



научно-практический  
журнал

№3 - 2023

ISSN 2306-0581

# НАНО технологии:

**НАУКА  
И ПРОИЗВОДСТВО**



Целью междисциплинарного теоретического и прикладного научно-технического журнала «НАНОТЕХНОЛОГИИ НАУКА И ПРОИЗВОДСТВО» является освещение современного состояния, перспектив и тенденций развития нанотехнологий, представление результатов исследований и разработок, а также их внедрения в различные области науки, технологии и производства, в том числе технических наук, информационных технологий.

Журнал направлен на создание благоприятной информационной среды для формирования в России экономически эффективного, максимально безопасного для человека и экологии народного хозяйства, основанного на широком использовании новых технологий, инноваций.

Журнал ориентирован на широкий круг авторов: студентов, аспирантов, инженеров, научных сотрудников и преподавателей, независимых исследователей в области технических наук и т.д.

**Языки:** Русский, английский

**Количество статей в журнале:** 35. **Количество выпусков в год:** 4

**Журналу присвоен ISSN печатной версии 2306-0581**

Журнал печатается в г. Ростове-на-Дону

**Разделы и рубрики журнала:**

- Технические науки, разработки
- Информационные технологии, информатика
- Организация производства
- Инновационные технологии и решения

**Учредитель:** ООО «Девять линий»

**Издатель:** ООО «Девять линий», Юридический адрес: ул. 9я линия, д. 72, г. Ростов-на-Дону, Ростовская область, Россия, 344019

## **ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**

### **БОРОВИЦКАЯ ЮЛИЯ ВИТАЛЬЕВНА**

К.п.н., доцент кафедры социальной работы, ФГБОУ ВПО Волгоградский государственный социально-педагогический университет

## **РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:**

### **Бударин Евгений Леонидович**

Доцент кафедры строительства и кафедры дизайна, Северо-Кавказский федеральный университет

### **Григорьев Игорь Владиславович**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ТЛП СПбГЛТУ. Эксперт Федерального реестра научно-технической сферы. Член экспертного совета Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации по инженерным агропромышленным наукам

### **Канарейкин Александр Иванович**

Кандидат технических наук, доцент, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ)

### **Ксенофонтова Татьяна Кирилловна**

Кандидат технических наук, профессор, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

### **Леонтьева Светлана Валерьевна**

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Прикладная экология» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

### **Уразаков Камил Рахматуллович**

Кандидат технических наук, профессор кафедры машины и оборудование нефтегазовых промыслов, УГНТУ

**Хахина Анна Михайловна**

Доктор технических наук, доцент кафедры «Компьютерные интеллектуальные технологии», Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Институт компьютерных наук и технологий (ИКНТ)

**Цечоева Аминат Хусеновна**

Кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Машиноведение», Ингушский государственный университет

## СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА:

### **ИНФОРМАТИКА**

- Гринеv Илья Викторович, Ситников Виталий Николаевич, Королев Александр Борисович. ПРОГРАММНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТАБЛИЦ ДЕВИАЦИИ УСТАНОВКИ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ ИНКЛИНОМЕТРОВ **8**

### **ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

- Амиров Дамир Ильдарович, Маклецов Александр Михайлович. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЛЬТОДОБАВОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА И ОПТИМАЛЬНЫЙ ВЫБОР МЕСТА ЕГО РАСПОЛОЖЕНИЯ **13**

- Барма Виктор Олегович. СЛОЖНОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ДЕТЕКТОРОВ **18**

- Вохринцов Андрей Вячеславович, Леонов Никита Александрович, Тушков Даниил Андреевич, Чернышев Денис Олегович. РАССМОТРЕНЫ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ БАТАРЕЙ СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ГИБРИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ **22**

- Гутник Михаил Михайлович, Булысова Людмила Александровна, Пантелеев Дмитрий Валерьевич, Васильев Василий Дмитриевич, Гутник Михаил Михайлович. ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ГОРЯЧЕГО ТРАКТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ГАЗОВЫХ ТУРБИН. **27**

- Лиманенко Виолетта Дмитриевна, Симиненко Павел Денисович, Чапенко Виталий Андреевич, Пузановский Кирилл Вячеславович. ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ В АТМОСФЕРНОЙ СРЕДЕ ПОСРЕДСТВАМ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ **32**

- Медведева Анастасия Сергеевна. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ **38**

- Петров Дамир Игоревич, Захаров Николай Тимофеевич. УМНЫЙ ДОМ **42**

- Романова Анастасия Эдуардовна, Корнев Сергей Михайлович. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ КАК ИНФОРМАТИВНОГО ПАРАМЕТРА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ **47**

Софьин Алексей Валерьевич. АВТОМАТИЧЕСКОЕ ЧАСТОТНОЕ ДЕЛЕНИЕ	<b>54</b>
Тине Шейх Салиу, Во Тхи Хуен Чанг, Чан Куок Тоан, Квятковская Ирина Юрьевна. МОДИФИКАЦИЯ ГРАФА ВИДИМОСТИ В ЗАДАЧЕ НАХОЖДЕНИЯ КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ПРОДУКТОВ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ	<b>57</b>
Чудаков Алексей Владимирович, Дзюба Мария Михайловна. ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ SARS-COV-2 НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА В СЛОЖНЫХ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ НА ПРИМЕРЕ ВОДИТЕЛЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА	<b>62</b>



# ***ИНФОРМАТИКА***

УДК 531.746, 550.8.08

## **ПРОГРАММНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТАБЛИЦ ДЕВИАЦИИ УСТАНОВКИ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ ИНКЛИНОМЕТРОВ**

**Гринев Илья Викторович**

*К. ф.-м. н., научный сотрудник отдела навигационных  
и геофизических измерительных систем,  
ООО «Нефтегазгеофизика», г. Тверь*

**Королев Александр Борисович**

*Заведующий лабораторией геонавигационных систем отдела  
навигационных и геофизических измерительных систем  
ООО «Нефтегазгеофизика», г. Тверь*

**Ситников Виталий Николаевич**

*Инженер отдела навигационных и геофизических измерительных систем  
лаборатория геонавигационных систем ООО «Нефтегазгеофизика»,  
г. Тверь*

*Предложен метод учета девиаций лимбов калибровочной установки в программе MERA с последующим использованием, как во время калибровки, так и во время поверки инклинометрических датчиков. На примере таблицы девиации зенитного угла показано, что данный метод позволяет повысить класс точности используемой калибровочной установки, что положительно сказывается на точности настраиваемых инклинометрических датчиков.*

**Ключевые слова:** *инклинометр, девиация, таблица девиации, калибровка, поверка, калибровочная установка, повышение точности.*

Требования к точности прокладки скважин в настоящее время повышаются, что закономерно отражается на повышении требований к точности используемого навигационного оборудования. Одним из путей решения упомянутой задачи является повышение класса точности калибровочных установок [1] и, как следствие, калибруемых на них инклинометрических датчиков.

Данная задача может быть решена как путем совершенствования аппаратной части установки, так и, в частности, путем съема и учета кривых девиации базовых углов установки, воспроизводимых при помощи лимбов. Таблицы девиации снимаются при помощи более точных измерительных устройств (оптических квадрантов и гониометров, буссолей и т.д.)

Внесение по таблицам соответствующих поправок вручную представляется весьма затруднительным, в связи с чем нами был предложен и апробирован метод автоматического учета данных таблиц девиации в программе для подготовки инклинометрических датчиков MERA. Специальная функция программы позволяет задать таблично девиацию соответствующего угла с последующим расчетом промежуточных значений при помощи интерполированной кривой.



### Теория метода

Рассмотрим построение кривой девиации на примере зенитного угла. По лимбу зенитного угла выставляются значения с шагом в 15 градусов, в каждом из положений производится измерение зенитного угла при помощи оптического квадранта КО-60М. Можно выбрать другой шаг, не обязательно равномерный, который в достаточной степени отражает поведение кривой девиации.

Разницы измеренных и выставляемых значений вносятся в таблицу в программе MERA. На основе табличных данных, при помощи интерполяции полиномами, строится кривая девиации. Далее, в программе, кривая девиации  $\Delta\theta = \Delta\theta(\theta)$ , где  $\theta$  – расчетное значение зенитного угла, может быть использована в трех режимах работы программы:

1. При поверке для расчета скорректированной на значение девиации остаточной погрешности калибровки:

$$\Delta\theta_c = \theta - (\theta_t + \Delta\theta(\theta_t)), \quad (1)$$

здесь  $\theta_t$  – поверочные положения.

2. В режиме тест по формуле

$$\theta_c = \{\theta\} - \Delta\theta(\{\theta\}) \quad (2)$$

можно рассчитать скорректированное значение выставляемого угла. Здесь  $\{\theta\}$  – округленное до ближайшего целого расчетное значение зенитного угла. В случае визирного угла и азимута – это округленное до ближайшего целого, кратного 5 или 10 в связи с большей погрешностью измерения визирного угла и азимута, а также с тем, что данные углы редко анализируют в тестовом режиме с меньшим шагом. Соответственно, в режиме тест для визирного угла и азимута данная формула работает с шагом в 5 или 10 градусов.

3. В режиме калибровки возможны два варианта использования таблицы девиации: для получения скорректированного значения угла согласно формуле (2), либо для датчика, уже проходившего калибровку, возможность выставления скорректированного положения, руководствуясь значением:

$$\theta_r = \{\theta\} - \Delta\theta(\{\theta\}) + \theta_{\{\theta\}} - \theta, \quad (3)$$

где  $\theta_{\{\theta\}}$  – расчетное значение, снятое при положении  $\{\theta\}$  градусов на лимбе.

Стоит заметить, что (3), в силу не критических значений нелинейности первичных преобразователей, удовлетворительно работает и в случае калибровок со значениями остаточной погрешности, выпадающими за рамки допуска. Напомним, что при необходимости новой калибровки датчика, границы допуска превышаются более чем в два раза лишь в редких случаях.

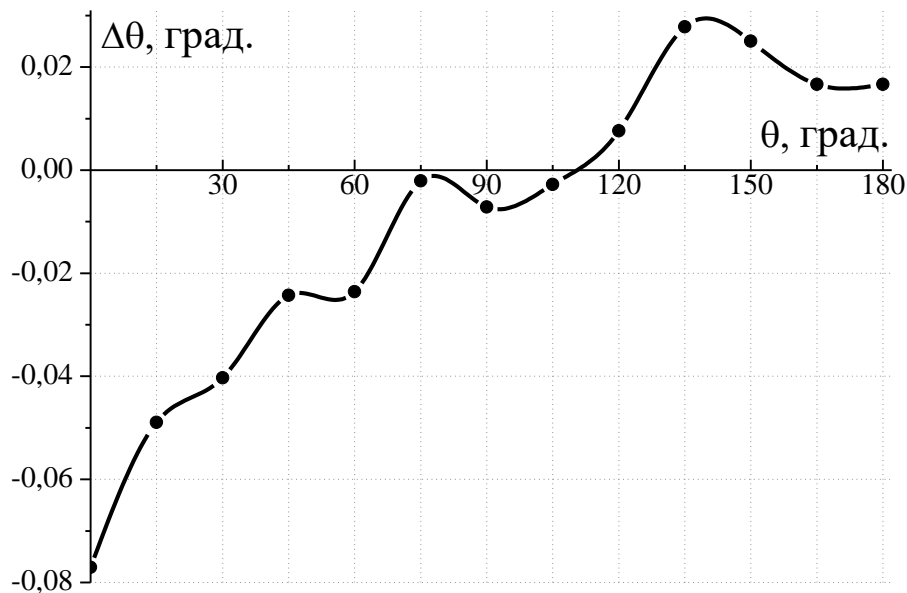
Таким образом, таблица девиации может быть использована не только для корректировки выставленных значений, но и для более точного выставления положений по лимбам установки.

### Результаты и их обсуждение

Девиация зенитного угла, снятая с калибровочной установки УГИ-1, а также соответствующая кривая интерполяции, представлены на рис. 1.

В программе MERA реализована функция введения таблицы девиации и подбора интерполирующей или аппроксимирующей кривой необходимой степени. С использованием кривой интерполяции апробированы формулы (1-3).

Отмечены высокая эффективность и удобство использования формулы (1) во время поверки и формулы (2) в режиме тестирования датчика. Доказана возможность корректировки положения по лимбам по формуле (3) при условии знания кривой девиации соответствующего угла.



*Рисунок 1 - Девиация зенитного угла калибровочной установки УГИ-1.  
• – разности, снятые при помощи оптического квадранта КО-60М; – кривая интерполяции*

Судя по всему, использование монотонической интерполяции [2] (с минимизацией кривизны) позволит еще несколько увеличить точность в промежуточных точках. Точность интерполяции в промежуточных точках можно оценить по алгоритму, представленному в работе [3].

#### Выводы

На примере зенитного угла было показано, что использование кривых девиации в программе калибровки MERA позволяет получить ряд преимуществ:

1. Повышение класса точности калибровочной установки и, как следствие:

- 1.1. Увеличение точности калибровки;
- 1.2. Более точное измерение остаточной погрешности (режим поверки).

2. Облегчение работы в режиме «Тест» программы калибровки.

3. Возможность корректировки смещений нулей установки.

Например, смещения нуля установки вследствие дрейфа склонения геомагнитного поля.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гарейшин З. Г. Концептуальные вопросы компоновки метрологических установок пространственной ориентации скважинной инклинометрической аппаратуры // Нефтегазовое дело. – 2006. – Т. 4. – С. 102-130.

2. Hyman J.M. Accurate Monotonicity Preserving Cubic Interpolation //

SIAM J. Sci. Stat. Comput. – 1983. – V. 4. – № 4. – P. 645-654.

Кокошкин А. В., Коротков В. А., Коротков К. В., Новичихин Е. П. Об использовании простого способа оценки ошибки интерполяции экспериментальных данных // Журнал радиоэлектроники. – 2016. – № 9. – С. 1-16.

---

## **USING DEVIATION TABLES FOR CALIBRATION OF INCLINOMETERS**

**Grinyov I.V., Korolev A.B., Sitnikov V.N.**

A method is proposed for taking into account the deviations of the calibration setup in the calibration program with subsequent use, both during calibration and during verification of inclinometric sensors. On the example of the zenith angle deviation table, it is shown that this method allows to increase the accuracy class of the calibration setup used, which has a positive effect on the accuracy of the calibrated inclinometric sensors.

**Keywords:** deviation, deviation table, calibration, verification, calibration setup, improved measurement accuracy.



***ТЕХНИЧЕСКИЕ  
НАУКИ***

УДК 620.9

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЛЬТОДОБАВОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА И ОПТИМАЛЬНЫЙ ВЫБОР МЕСТА ЕГО РАСПОЛОЖЕНИЯ

**Амиров Дамир Ильдарович**

Магистрант, ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»

**Маклецов Александр Михайлович**

Кандидат технических наук,  
ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»

*В статье «Определение вольтодобавочного трансформатора и оптимальный выбор места его расположения» автор рассказывает о том, что такое вольтодобавочный трансформатор, режимы регулирования напряжения повышающего трансформатора, описывает его типы, средства защиты в конструкции корпуса трансформатора, а также определены параметры, которые необходимо соблюдать перед определением места для установки вольтодобавочного трансформатора.*

**Ключевые слова:** *мобильные трансформаторные подстанции, нефтегазовая промышленность, напряжение, генерирующие станции, мобильный центр электроснабжения.*

Вольтодобавочный трансформатор относится к преобразованию низкого напряжения входного трансформатора в высокое напряжение для удовлетворения потребностей передачи мощности на большие расстояния. Вольтодобавочный трансформатор является одним из необходимых типов трансформаторов в системе электроснабжения. Он используется вместе с регулятором напряжения для передачи электроэнергии на большие расстояния.

Вольтодобавочные трансформаторы бывают разных типов, например, трансформаторы, устанавливаемые на столбах, трансформаторы, устанавливаемые на площадках, силовые трансформаторы, распределительные трансформаторы и т.д. Клиенты могут выбрать различные типы усилительных трансформаторов с различной мощностью и напряжением в соответствии со своими фактическими потребностями.

При вытягивании вольтодобавочного трансформатора без нагрузки, отсечении потребляемого тока возбуждения, в результате явления замыкания автоматического выключателя, включается работающий трансформатор перенапряжения с ожиданием индуктивности его значения, за исключением переключением, конструкцией трансформатора.

Рассмотрим обнаружение нейтральной точки трансформатора, а также резкое отключение перенапряжения трансформатора без нагрузки. Как правило, для незаземленного трансформатора или трансформатора, измерения дугогасительной катушкой, величина перенапряжения может достигать 4-4,5-кратного фазного напряжения, а для значительного измерения напряжения с нулевой величиной рабочего перенапряжения обычно не более чем в 3 раза превышающее фазное напряжение. Это также необходимо для проведения

ударных испытаний по случаю прямого исследования необработанных точек трансформатора.

Присоединение к повышению мощности трансформатора без нагрузки будет генерировать пусковой ток возбуждения, и его значение может в 6-8 раз превышать номинальный ток. Выявляется пусковой ток возбуждения, вызывающий большую мощность, выявление на ударную дозу для оценки механической чувствительности трансформатора под проявлением большого пускового тока возбуждения и определения того, срабатывает ли релейная защита неправильно.

Режим регулирования напряжения повышающего трансформатора имеет два уровня: регулирование напряжения под нагрузкой и регулирование напряжения без нагрузки.

Регулирование напряжения под нагрузкой означает, что трансформатор может регулировать свое вспомогательное время работы, чтобы изменить коэффициент трансформации, чтобы достичь цели регулирования напряжения. В трансформаторе, регулирующем напряжение под мощностью, есть два регулирования: регулирование напряжения на концевых проводах и регулирование напряжения в естественной генерации, то есть разница между концевым разветвителем трансформатора на линии вращения высокого напряжения или на нейтрали энергии высокого напряжения. Со стороны нейтралов может снизиться уровень транзита отвода трансформатора, что имеет очевидные преимущества. Тем не менее, нейтральная точка должна быть особенно высокой, когда работает трансформатор [1].

Регулирование напряжения без нагрузки относится к трансформатору в случае потребления электроэнергии, техническому обслуживанию для регулировки положения переходника трансформатора, чтобы изменить коэффициент преобразования и достичь цели регулирования напряжения.

Разветвитель повышающего трансформатора обычно подключается к стороне высокого напряжения, что в основном подключается:

- 1) Обмотка трансформатора высокого напряжения, как правило, находится снаружи, и подключение отвода удобно;
- 2) Ток на величину высокого напряжения меньше, а влияние сильного загрязнения можно легко исключить.

Отвод с такой стороны может быть, чтобы провести экономическое и технологическое сравнение, например, отвод большого понижающего трансформатора 500 кВ со стороны 220 кВ и со стороны 500 кВ [2].

Каковы средства защиты конструкции корпуса вольтодобавочного трансформатора?

Средства защиты в конструкции корпуса трансформатора являются следующими:

- 1) масляная подушка:

Емкость масляной подушки составляет около 8-10% от объема масла повышающего трансформатора. Роль масляной подушки заключается в адаптации к изменению объема трансформаторного масла наддувочного типа из-за перепадов температуры, ограничении контакта трансформаторного масла с воздухом и снижении степени влажности и окисления масла. Необходимо установить влагопоглотитель на масляную подушку, чтобы предотвратить попадание воздуха в трансформатор.

- 2) Влагопоглотитель и очиститель масла:

Увлажнитель воздуха, который также можно назвать дыхательным аппаратом, имеет внутри цветной силикагелевый адсорбент. Когда цвет

адсорбента становится синим или красным, это указывает на то, что адсорбент был влажным и его следует вовремя высушить или заменить.

Маслоочистители также можно назвать масляными фильтрами. Когда трансформаторное масло полностью контактирует с адсорбентом через маслоочиститель, масло очищается и запас масла уменьшается, что продлевает срок службы трансформаторного масла.

3) Взрывозащищенная трубка (безопасные дыхательные пути):

Взрывозащищенная трубка установлена на крышке коробки повышающего трансформатора, основная функция которой заключается в предотвращении внутреннего выхода трансформатора из строя, когда высокое напряжение в баке создает большую опасность.

Кроме того, вольтодобавочный трансформатор также может быть оснащен газозащитными устройствами, термометрами, маслосчетчиками и другими устройствами защиты в соответствии с необходимостью обеспечения нормальной и безопасной работы трансформатора.

Рассмотрим факторы, которые следует учитывать при установке трансформатора:

-Расположение

Электробезопасность является одним из основных моментов, которые следует учитывать при выборе правильного места для установки трансформатора. Оценка земли, а также почвы должны быть предприняты в первую очередь. В районах, подверженных сейсмическим движениям, следует соблюдать особую осторожность, чтобы избежать любого рода повреждений, которые могут быть вызваны движением.

-Вентиляция

В помещении, где будет установлен трансформатор, должна быть сделана надлежащая вентиляция. Трансформаторы следует размещать в месте, имеющем достаточно места, чтобы обеспечить быстрое рассеивание тепла.

-Электропроводка

Провода заземления должны быть защищены пластиковыми или деревянными накладками. Это связано с электробезопасностью и защитой опорной линии.

-Влажность

Во влажную погоду, особенно в сезон дождей, необходимо принять больше мер предосторожности, чем вы думаете, особенно если вы выбираете электрический трансформатор с жидким диэлектриком. Воздух должен быть сухим, и его следует нагнетать в газовое пространство не менее 30 минут.

Также перед определением места для установки вольтодобавочного трансформатора, производят расчет падения напряжения и определяют соответствующий диапазон регулирования. Затем рассматривают место установки ВДТ для минимизации потерь мощности и напряжения в линии. Диапазон регулирования напряжения зависит от схемы включения вольтодобавочного трансформатора и составляет  $\pm 15\%$  или  $\pm 10\%$ .

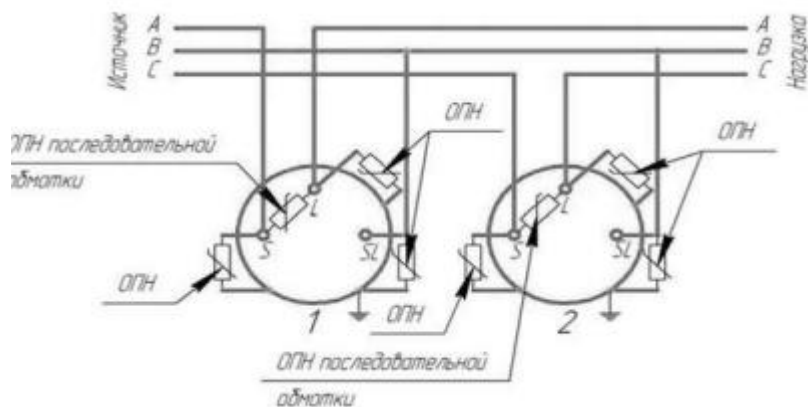


Рисунок 1 - Включение двух ВДТ по схеме неполного треугольника

Включение двух вольтодобавочных трансформаторов в сеть по схеме неполного треугольника (Рис.1) определяет регулирование напряжения в пределах  $\pm 10\%$ , а включение трех вольтодобавочных трансформаторов по схеме полного треугольника регулирует напряжение в пределах  $\pm 15\%$  (Рис.2).

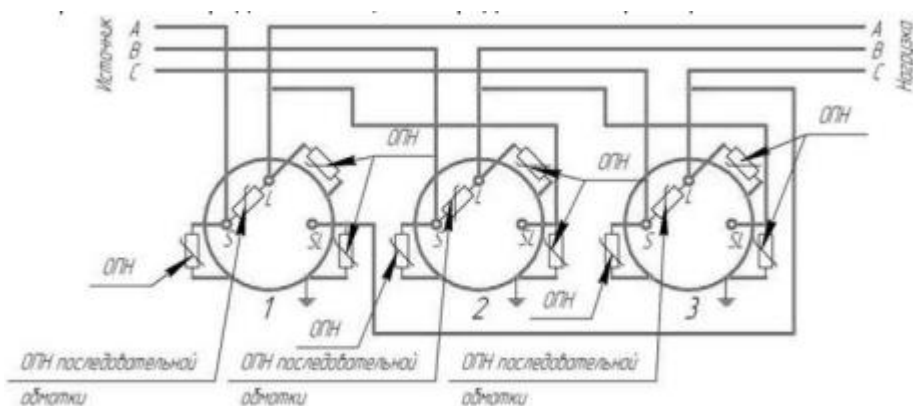


Рисунок 2 - Включение трех ВДТ по схеме полного треугольника

Кроме того, трансформатор может запускаться как на стороне высокого, так и на стороне низкого напряжения главного трансформатора подстанции. Тиристорно-регулируемое повышающее устройство для стабилизации напряжения трансформаторной подстанции содержит повышающий трансформатор, регенеративный тиристорный фазопреобразователь с промежуточным звеном постоянного напряжения и сетевую синхронизированную систему управления, в ход которого подключен к выходу датчика отклонения напряжения нагрузки. Включение РДУ по высокой стороне усложняет выпрямитель, инвертор, фильтр и их блоки защиты, а по низкой ухудшает энергетические показатели главного трансформатора подстанции. Технический эффект заключается в повышении коэффициентов мощности и КПД главного трансформатора за счет питания его высоковольтной цепи стабилизированным напряжением без изменения класса низковольтной цепи вольтодобавочного устройства, т.е. без усложнения.

[3]. При этом ограничение превышения напряжения питания главного трансформатора сохраняет срок службы изоляционного материала его обмоток.



А также упрощаются монтажные работы при реконструкции существующих подстанций. Задачей использования вольтодобавочного устройства с тиристорным преобразователем является повышение энергетических показателей подстанции при сохранении простой конструкции.

Итак, вольтодобавочный трансформатор — это электрический трансформатор, который своей вторичной обмоткой последовательно включен в цепь вторичной обмотки основного трансформатора или просто в разрез основной сетевой линии. Повышающий трансформатор обычно имеет переменный коэффициент (аналогично автотрансформатору), но также может быть нерегулируемым.

Повышающие трансформаторы традиционно используются для автоматической регулировки напряжения отдельных линий или групп линий.

### ЛИТЕРАТУРА

1. ПУЭ (7-е издание), утверждены приказом Минэнерго России от 08.07.2021г. № 204.
  2. Перинский Т.В., Родионов О.С. Проект с применением пунктов автоматического регулирования напряжения. Новости электротехники, 2018, № 4.
  3. Справочник по проектированию электроэнергетических систем под редакцией С.С. Рокотяна и И.М. Шапиро, Москва, 2018 г.
  4. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов (3-е издание), 1987 г.
  5. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Атомиздат, Москва 1970 г.
- 

### DETERMINATION OF THE AMPLIFIER TRANSFORMER AND THE OPTIMAL CHOICE OF ITS LOCATION

**Amirov D. I., Makletsov A. M.**

Annotation: in the article "Definition of a booster transformer and the optimal choice of its location", the author talks about what a booster transformer is, the voltage regulation modes of a step-up transformer, describes its types, protection means in the design of the transformer housing, and also defines the parameters that must be observed before determining the location for installing a booster transformer.

**Keywords:** mobile transformer substations, oil and gas industry, voltage, generating stations, mobile power supply center.

УДК 004.054

## СЛОЖНОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ДЕТЕКТОРОВ

**Барма Виктор Олегович**

Студент, МАДИ

*В статье отражены вопросы использования устройств и методов для поиска и локализации источников радиоизлучения. Описаны особенности локализации источников радиоизлучения с помощью детекторов поля и представлена последовательность использования детекторов поля. В ней также представлена таблица параметров детекторов поля. Описана малоэффективность использования детекторов поля в современной радиолокационной обстановке в связи с растущим количеством устройств, являющихся помехами для работы.*

**Ключевые слова:** *детектор поля, источник радиоизлучения, радиоконтроль, DECT, Wi-Fi, Bluetooth, GSM, UMTS и LTE, акустическая завязка, сигнал, нелинейный локатор, средства связи, закладное устройство.*

Радиоконтроль и поиск источников радиоизлучения – это процессы, основанные на использовании радиоволн для обнаружения и контроля радиоизлучающих источников. Для выполнения этих задач используются специальные радиоэлектронные устройства, которые могут сканировать радиочастотный диапазон и обнаруживать источники радиоизлучения в этом диапазоне. Радиоконтроль может быть использован для различных целей, таких как обнаружение и анализ радиоизлучения в различных областях, включая научные исследования, а также для обеспечения безопасности и контроля радиочастотного спектра.

По виду размещения радиоконтроль может делиться на стационарный и мобильный. При контроле стационарных объектов существует необходимость комбинировать оба варианта – круглосуточный непрерывный радиоконтроль с помощью стационарных постов и локализация источников радиоизлучения (ИРИ) с помощью носимых приёмных устройств. В качестве таких устройств в отсутствие организационно-финансовых возможностей предлагается использовать детекторы поля. Детекторы поля – это устройства, используемые для обнаружения и измерения электромагнитных полей, создаваемых источниками радиоизлучения в окружающей среде. Детекторы поля могут использоваться для обнаружения и локализации источников радиоизлучения, таких как передатчики радио- и телевизионных вещательных станций, мобильных телефонов, Wi-Fi-маршрутизаторов и других электронных устройств. Детекторы поля обычно используются в сочетании с антеннами, которые позволяют измерять силу сигнала, создаваемого источником радиоизлучения. Эти измерения позволяют определить расстояние до источника радиоизлучения и его направление, что позволяет локализовать ИРИ. Данный вид аппаратуры широко распространён и является максимально доступным. В статье рассматриваются особенности локализации ИРИ с помощью детекторов поля, их недостатки в современных условиях.

После того, как оператор с помощью стационарного комплекса радиоконтроля выявил наличие в контролируемом помещении сигнала, явно находящегося в нём, необходимо установить источник излучения – фактически найти и изъять его. Если на это отводится достаточное количество времени, можно проводить проверку кабинета с помощью нелинейного локатора, разбирать интерьер помещения и проводить полный визуальный осмотр, что является целым комплексом мероприятий. В идеальных условиях кабинет не насыщен электронными средствами, или их можно демонтировать с мест установки и переносить, что не всегда является возможным. При таком варианте локализации источника искомый сигнал может пропасть при переносе или демонтаже техники.

Рассмотрим способы выявления источника сигнала с помощью различных радиоприёмных устройств и детально рассмотрим самый простой – с помощью детектора поля. Если существует источник радиосигнала, который по предположению оператора обладает всеми признаками нахождения устройства в ближней зоне – мощный уровень сигнала, занимаемая полоса и диапазон не характерны для легальных средств связи. Разделим этот случай ещё на два варианта – закладное устройство аналоговое и цифровое.

Вариантов поиска закладных устройств с передачей информации по радиоканалу существует три – детектором поля, портативным связным приёмником и мобильным комплексом радиоконтроля. Первые два варианта приборов для поиска сложных видов сигналов, таких, как DECT, Wi-Fi, Bluetooth не подходят – в таких случаях необходимо использовать комплекс радиомониторинга и цифрового анализа сигналов. Невозможность локализация источников радиоизлучения связана с тем, что устройств этих стандартов может быть много, и по спектру сигнала искать их зачастую бесполезно. Особенно при большом насыщении объекта такими же легальными устройствами.

Перед тем как искать ИРИ необходимо некоторое время понаблюдать за сигналом, пропадает ли он при тишине в кабинете, или нет. Если явно прослеживается наличие в системе акустопуска – запуска устройства при голосовой активации, в помещении стоит включить источник звука, например радио. Если же это более сложное устройство, например с кратковременным накоплением, то стоит для себя в программе радиоконтроля стационарного поста на водопаде установить временную шкалу, и подведя курсор мыши к началу и концу передачи, определить его длительность, а затем измерить интервал между передачами. Эти манипуляции необходимо заранее проделать на стационарном посту радиоконтроля при выявлении опасного сигнала.

Если рассматривать вариант локализации источников радиоизлучения необходимо рассмотреть детектор поля. Разумеется, он должен по своим параметрам подходить для поиска сигнала. В таблице 1 даны параметры некоторых современных детекторов поля.

*Таблица 1 – параметры детекторов поля*

Название прибора	Частотный диапазон	Наличие АМ-детектора	Анализ сетей Wi-Fi	Анализ сетей Bluetooth
ST111	50-2500МГц и 2500-7000МГц (два диапазона)	✓	–	✓

RAKSA-120	40 - 3800 МГц	✓	✓	✓
PROTECT 1203	10-3600 МГц	–	–	–
C 3000 Pro (J5255EU)	10 МГц - 3 ГГц	–	–	–

Прибор должен иметь рабочий частотный диапазон, соответствующий обнаруживаемому передатчику (бесполезно пытаться с Д-006 работающим до 1 ГГц искать видеопередатчик на 2.4 ГГц). При поиске аналоговых закладных устройств необходимо наличие АМ детектора в приборе – для поиска методом акустической завязки. Метод основан на создании позитивной обратной связи между микрофоном устройства для несанкционированного съема информации (НСИ) и динамиком поискового прибора, что проявляется в появлении специфического свиста и изменении его тона и интенсивности, когда динамик приближается к микрофону.

Последовательность поиска источников радиоизлучения.

1. Встать в такое место, где наименее вероятно нахождение искомого устройства.

2. Установить чувствительность (или обнулите порог) детектора. Сложность поиска заключается в том, что если рядом с помещением – извне, находится мощный источник сигнала (например, базовая станция GSM, или ретранслятор пожарной охраны города или передающий радиочастотный телевидения), детектор может просто зашкалить от мощного сигнала, и тогда он будет бесполезен. Это является главной на сегодня причиной отказа от использования такого класса поисковых приборов.

3. Планово обходить помещение в поисках источника излучения.

4. При идеальных условиях допустим, детектор не зашкаливает, тогда перемещаясь по помещению, необходимо смотреть на увеличение уровня сигнала. При его увеличении необходимо постепенно загроублять (уменьшать) чувствительность и продолжать поиск. Если загроубить чувствительность уже не удаётся и детектор зашкаливает, но площадь, где его зашкаливает, велика, то необходимо снять антенну и продолжайте поиск. Без антенны можно подойти практически вплотную к устройству.

Если в детекторе поля есть АМ детектор, то можно локализовать аналоговый передатчик, используя метод акустической завязки. По аналогии с вариантом работы по увеличению напряжённости поля необходимо встать в центр помещения. Включить АМ детектор и увеличивать громкость до появления акустической завязки. Уменьшить громкость до пропадания завязки и начать перемещаться по помещению до момента повторного появления акустической завязки. Опять уменьшить громкость динамика детектора. И повторять эти действия до момента локализации небольшого участка, на котором уже можно идентифицировать нестандартное электронное устройство.

Подводя итог нужно заметить, что в настоящее время в современной радиолокационной обстановке необходимо пользоваться более сложными детекторами, в связи с увеличением количества устройств, создающих помехи. Новые детекторы должны иметь фильтр на GSM, UMTS и LTE частоты.

С учётом того, что в контролируемом помещении вполне могут находиться легальные ИРИ, использующие те же стандарты связи, что и закладное устройство, оператору будет крайне затруднительно, не имея возможностей по детальному анализу радиоэфира, определить, где же установлен нелегальный ИРИ. И в конечном итоге эта проблема приведёт к необходимости использования

решений, включающих в свой состав возможности по цифровому анализу стандартов связи.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Хорев А. А. Поиск электронных устройств перехвата информации с использованием индикаторов электромагнитного поля // СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА. – 2008. №1. – С. 50-59.
  2. Вернигоров. Н.С. Нелинейный локатор в системах ограничения доступа и контроля / Н.С. Вернигоров //Частный сыск. Охрана, Безопасность. – 1998.– №8. – С.36.
  3. Топоровский, П. Средства нелинейной радиолокации: реальный взгляд / П. Топоровский // Системы безопасности. - 1998. - №6. - С. 94.
  4. Торокин, А. А. Инженерно-техническая защита информации: учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальностям в обл. информ. безопасности / А. А. Торокин. — М.: Гелиос АРВ, 2005. — 960 с
  4. Технические методы и средства защиты информации / Под ред. А.П. Зайцева, А.А. Шелупанова: учеб. Пособие для студ. вузов. — М.: Машиностроение, 2009. — 508с.
  6. Хорошко В.А. Методы и средства защиты информации / В.А. Хорошко, А.А. Чекатков. — К.: ЮНИОР, 2003. — 505 с.
  7. Рембовский А.М. Новый подход к решению задач поиска радиоканалов утечки информации. // Системы безопасности, связи и телекоммуникаций, 1996, №6.
  8. Анчуков В., Громов Ю. Современный уровень и проблемы развития СТС // БДИ. 1998, №6, С. 34-36.
  9. Лысов А.В., Остапенко А.Н. Телефон и безопасность (Проблемы защиты информации в телефонных сетях.). СПб.: Политехника, 1995.
  10. Иксор В. Современные способы перехвата информации // БДИ. 1998, №6, С. 10-14.
- 

### DIFFICULTIES IN LOCALIZING RADIATION SOURCES WITH DETECTORS

**Barma V.O.**

The article reflects the use of devices and methods for searching and localization of radio emission sources. It describes the peculiarities of radio sources localization using field detectors and presents the sequence of use of field detectors. It also presents a table of parameters of field detectors. The inefficiency of using field detectors in today's radar environment is described due to the growing number of devices that are interfering with operations.

**Keywords:** field detector, radio emission source, radio monitoring, DECT, Wi-Fi, Bluetooth, GSM, UMTS and LTE, acoustic tie, signal, nonlinear locator, communication means, embedded device.

УДК 629.11.01

## РАССМОТРЕНЫ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ БАТАРЕЙ СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ГИБРИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

**Вохринцов Андрей Вячеславович,**  
**Леонов Никита Александрович,**  
**Тушков Даниил Андреевич,**  
Студенты, ФГБОУ ВО «Уральский государственный  
лесотехнический университет»

Научный руководитель: Чернышев Денис Олегович,  
к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Уральский государственный  
лесотехнический университет»

*Рассмотрена проблема по утилизации батарей, как основного источника энергии автомобилей электрической и гибридной технологии, отслуживших свой эксплуатационный срок. Представлены различные методы и алгоритм выполнения, и даны соответствующие рекомендации по данному вопросу. Проанализирована возможность вторичного использования и переработки элементов, годных к использованию в других сферах. Также обозначены приоритетные направления для стабилизации данной проблемы.*

**Ключевые слова:** *современный автомобиль, электрическая и гибридная технология, экология, окружающая среда, проблемы, батареи, методы утилизации, экономическая выгода.*

Современные автомобили на электрической и гибридной технологии становятся все популярнее. Однако, с увеличением количества таких автомобилей возникает проблема утилизации батарей, которые являются основным источником энергии для таких транспортных средств.

В процессе эксплуатации автомобиля на электрической технологии, батареи подвергаются значительным нагрузкам, что в конечном итоге ведет к их износу. Старые и неисправные батареи нужно утилизировать правильно, чтобы избежать разрушительного воздействия на окружающую среду (рис.1).



Рисунок 1 – Батарея электромобиля

Кроме того, утилизация батарей также является экономически выгодной, так как они могут содержать ценные материалы, которые можно переработать [1].

Существует несколько методов утилизации батарей от электромобилей и гибридных автомобилей. Рассмотрим существующие методы [2].

#### Механический метод

Данный метод представляет собой процесс, который включает в себя разборку и обработку батареи с использованием механических инструментов и оборудования.

Перед тем, как начать процесс утилизации, батарея должна быть извлечена из автомобиля и транспортирована в соответствующее место для переработки. Далее следует выполнить ряд шагов, которые помогут разобрать батарею на отдельные компоненты и материалы.

Первым этапом является удаление всех внешних элементов, таких как кабели, разъемы и крышки. Это позволяет получить более легкий доступ к самой батарее и ускоряет процесс ее разборки. Затем следует удалить все внутренние компоненты, такие как аккумуляторы, контроллеры, платы и провода. Это может быть выполнено с помощью различных инструментов, включая отвёртки, плоскогубцы и ножницы. После того, как все компоненты и материалы были удалены, они должны быть отсортированы и отправлены на переработку в соответствующие заводы. Некоторые из этих компонентов, такие как медные провода и платы, могут быть переплавлены и использованы для создания новых компонентов. Другие материалы, такие как литий-ионные батареи, могут быть разложены на отдельные элементы и использованы для производства новых батарей.

Механический метод утилизации батарей от электромобилей и гибридных автомобилей является одним из самых эффективных способов переработки батарей, так как позволяет значительно уменьшить количество отходов и использовать ресурсы повторно. Однако, этот процесс может быть довольно трудоемким и требовать высокой квалификации специалистов. Также необходимо учитывать затраты на оборудование и персонал для выполнения процедуры утилизации. В целом, механический метод утилизации батарей - это важный шаг в направлении устойчивого развития и защиты окружающей среды.

#### Химический метод

Это процесс, в котором используются химические реакции для разложения компонентов батареи на отдельные элементы и материалы.

Первым этапом химической утилизации является разборка батареи и удаление всех внешних и внутренних компонентов, таких как аккумуляторы, контроллеры и провода. Затем батарея помещается в кислотный раствор, который позволяет разложить ее на отдельные элементы и материалы. Кислотный раствор содержит различные химические вещества, такие как серную кислоту и воду, которые разлагают компоненты батареи на отдельные элементы. Например, литий-ионные батареи могут быть разложены на отдельные элементы, такие как литий, кобальт и марганец. Эти элементы могут быть использованы для производства новых батарей или других продуктов.

Однако, химический метод утилизации также может быть опасным, так как кислотные растворы могут быть токсичными и могут нанести вред окружающей среде, если они не будут правильно обработаны. Поэтому, при выполнении химического метода утилизации, необходимо соблюдать строгие меры предосторожности и обеспечить правильную обработку кислотных растворов.

Химический метод утилизации батарей от электромобилей и гибридных автомобилей может быть более эффективным, чем механический метод, так как позволяет разложить все компоненты на отдельные элементы и материалы. Данный метод требует высокой квалификации специалистов и может быть опасным, если не соблюдать меры предосторожности. Кроме того, этот метод может быть более дорогостоящим, чем механический метод, из-за необходимости использования специальных химических реагентов и оборудования.

#### Термический метод

Такой метод утилизации является одним из наиболее эффективных и экономически выгодных способов удаления старых, неисправных или поврежденных батарей. Он основан на использовании тепла для разложения материалов, из которых состоят батареи, на их компоненты, такие как металлы и химические соединения.

Термический метод предусматривает использование специальных печей, в которых температура достигает от 400<sup>0</sup> - 1500<sup>0</sup>С. В начале процесса батареи подвергаются предварительной обработке, например, разбирают на отдельные компоненты. После этого батареи загружают в печь, и температура повышается до тех пор, пока материалы не начнут распадаться на металлы и химические соединения.

Одной из основных преимуществ термического метода утилизации является то, что он позволяет получить сплавленный металл, который может быть использован повторно в производстве новых батарей. Кроме того, этот метод позволяет эффективно уничтожать органические и неорганические компоненты, такие как пластик и электролит. Это повышает безопасность процесса, поскольку снижается вероятность загрязнения окружающей среды опасными веществами.

Существуют определенные недостатки данного метода. Он требует значительного энергетического потребления для нагрева печи до высокой температуры, что может быть накладно и не самым экологичным. Кроме того, в процессе утилизации может выделяться опасный дым и газы, поэтому требуется использование современных систем очистки воздуха. [3].

Тем не менее, термический метод утилизации батарей от электромобилей и гибридных автомобилей является одним из наиболее эффективных и экономически выгодных способов удаления старых, неисправных или поврежденных батарей, и его преимущества заметно превышают его недостатки.

#### Вторичное использование батарей от электромобилей и гибридных автомобилей

Этот метод утилизации позволяет продлить жизнь литий-ионных аккумуляторных батарей, которые используются в этих автомобилях. Эта технология позволяет использовать батареи после их истощения в качестве источника энергии для других приложений. В результате, происходит уменьшение использования ресурсов на производство новых батарей, а также уменьшается нагрузка на окружающую среду[3].

Вторичное использование батарей от электромобилей и гибридных автомобилей может происходить в нескольких направлениях. Например, старые батареи могут быть использованы для хранения энергии в домашних системах энергоснабжения. Такая система может позволить экономить деньги на счетах за энергопотребление и иметь аварийный источник питания. Другим примером вторичного использования батарей является их использование как источник энергии для автомобильных зарядных станций. Они могут предоставить некоторую энергию, которая нужна для зарядки автомобилей и противостоять



пиковой нагрузке на электросеть, тем самым уменьшая нагрузку на государственную энергетическую систему.

Кроме того, старые аккумуляторы могут быть использованы как источник энергии в строительстве, например, для использования на площадках строительства и других подобных приложениях, где требуется энергия.

Вторичное использование батарей от электромобилей и гибридных автомобилей - это важный шаг в устранении проблемы отходов и улучшении устойчивости окружающей среды. Кроме того, это также может стать способом уменьшения общих затрат на базовые материалы, которые нужны для производства новых батарей[3].

Следует знать, чтобы успешно реализовать эту технологию, необходимо учитывать множество факторов, таких как нормативно-правовой аспект, технические возможности для вторичного использования, затраты и многие другие. Тем не менее, развитие этой технологии предлагает завидный потенциал для общества и для сохранения окружающей среды.

В заключении хочется отметить, что наряду с существующими методами утилизации батарей от электромобилей и гибридных автомобилей стоит выбрать наиболее эффективный и экономически выгодный метод утилизации, который не будет наносить ущерба окружающей среде.

В итоге, решение проблемы утилизации батарей от электромобилей и гибридных автомобилей является важной задачей для производителей и потребителей таких технологий. Необходимо развивать новые методы утилизации, которые будут более эффективными и экологически безопасными, а также совершенствовать существующие методы, чтобы снизить их воздействие на окружающую среду.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Старцева Т. А., Крюкова М., Пупышев А., Чернышев Д. «Зеленые» технологии в сфере автомобильного транспорта. Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: материалы XIII международной научно-технической конференции. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2021. – с. 454- 457.

2. Рыкованов А., Румянцев А., Беляев С. Современные литий- ионные аккумуляторы. Батареи на их основе // Компоненты и технологии. 2015. №5, 2015.

3. Плисеина Е., Золотухин Н., Винокурова И. Анализ необходимых мер по обеспечению безопасной утилизации аккумуляторных батарей // Исследования в области естествознания, техники и технологий как фактор научно-технического прогресса. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции г. Белгород, 2018 г. – с.121-124.

---

## THE PROBLEMS OF DISPOSAL OF BATTERIES OF MODERN CARS ON ELECTRIC AND HYBRID TECHNOLOGY ARE CONSIDERED

**Vokhrintsov A. V., Leonov N. A., Tushkov D. A.**

The problem of recycling batteries as the main source of energy for cars of electric and hybrid technology that have served their service life is considered. Various

methods and algorithm of execution are presented and appropriate recommendations on this issue are given. The possibility of processing and recycling of elements suitable for use in other areas is analyzed. Priority directions for stabilizing this problem are also indicated.

**Keywords:** modern car, electric and hybrid technology, ecology, environment, problems, batteries, recycling methods, economic benefits.

УДК 62

**ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ  
В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ДЛЯ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ГОРЯЧЕГО  
ТРАКТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ГАЗОВЫХ ТУРБИН**

**Гутник Михаил Михайлович**

*Руководитель направления ООО "ЭНПРОС"*

**Пантелеев Дмитрий Валерьевич**

*Ведущий специалист по неразрушающему контролю ООО "ЭНПРОС"*

**Васильев Василий Дмитриевич**

*Технический директор ООО "ЭНПРОС"*

**Булысова Людмила Александровна**

*К.т.н., научный руководитель ООО "ЭНПРОС"*

*В статье рассмотрены проблемы использования отечественных материалов, применяемых для выполнения теплозащитных покрытий элементов горячего тракта энергетических газовых турбин (ГТУ) импортного производства, эксплуатирующихся в РФ, таких как: горелки, жаровые трубы камер сгорания и пр. Приводится анализ импортных оригинальных материалов детали, снятой с ГТУ, рассматриваются, анализируются и сопоставляются российские аналоги, обеспеченные отечественным производителем. Приведены результаты экспериментальных исследований теплозащитных покрытий, выполнено их сравнение с оригинальным импортным образцом.*

**Ключевые слова:** *теплозащитные покрытия, термостойкость, испытания, металлография, обслуживание, ремонт, исследования, импортозамещение.*

В настоящее время эксплуатирующие и сервисные компании в энергетической отрасли испытывают затруднения в получении расходных материалов для осуществления ремонтов в рамках плановых инспекций для ГТУ не имеющих 100% локализацию в РФ. Данное обстоятельство требует продления ресурса тех элементов горячего тракта, которые на данный момент не могут быть заменены на новые в установленные инспекцией сроки. Выполнение ремонтных и восстановительных работ, в свою очередь, сталкивается с проблемой недостаточной изученности отечественных материалов, в том числе теплозащитных покрытий, по части ресурса и надежности в условиях эксплуатации в энергетике. Большинство разработок, исследований и практических знаний лежит в области авиационных двигателей с другими требованиями к ресурсу и условиям эксплуатации.

Одним из главных свойств теплозащитных покрытий является их термостойкость - сохранение покрытия на подложке при циклическом воздействии температуры (нагрев/охлаждение). Проверка на термостойкость осуществляется на специальных установках, моделирующих в той или иной

степени условия работы покрытия (односторонний, внутренний и внешний нагрев и охлаждение детали).

Термостойкость является интегральной характеристикой, учитывающей наличие внутренних напряжений в покрытии и подложке, вызванных различием коэффициентов линейного и объемного расширения структурных фаз, образующихся в процесс нагрева и охлаждения.

Существует по крайней мере три способа определения термостойкости покрытий: односторонний газовый нагрев, равномерный нагрев в печи и нагрев проходящим током.

В нашем случае применялся метод определения термостойкости покрытий при нагреве в печи. Метод подходит для исследований газотермических жаростойких и теплозащитных покрытий. Суть метода заключается в нагреве экспериментального образца в равномерном температурном поле печи. Испытания проводились с заданной скоростью нагрева образца, которая определялась экспериментально в зависимости от массы образца, его теплоемкости и температуры печного пространства. Максимальная температура нагрева в печи устанавливалась равной максимальной температуре, при которой происходит эксплуатация покрытия на ГТУ.

В нашем случае, в качестве экспериментальных образцов использовались пластины, размером 70x33x2 мм. Для каждого варианта подложки и покрытия было изготовлено по три экспериментальных образца.

Определение термостойкости покрытий осуществлялось с помощью специальной установки, состоящей из лабораторной электропечи, имеющей автоматическую регулировку температуры и обеспечивающей нагрев образцов и длительную их выдержку при заданной температуре в воздушной среде. Также в состав установки входит механизм перемещения образцов. Образцы с покрытиями находятся на специальной подставке. При этом, исключен контакт ТЗП с любыми поверхностями и обеспечена их идентификация по номерам в процессе всех испытаний до передачи на последующие исследования.

Нагрев образцов происходил до температуры  $T = 1100 \pm 10^\circ\text{C}$ , что соответствует условиям реальной работы детали, и выдерживались при ней 22...23 часа, после чего происходило охлаждение путем их естественного остывания при температуре окружающего воздуха до  $T < 30^\circ\text{C}$ . Далее, производился осмотр образцов, их фотофиксация и составление протокола, содержащего информацию о состоянии каждого образца по части: время выдержки при заданной температуре; появление трещин, сколов, вспучивания ТЗП; размеры дефектов. Промежуток времени между циклами не регламентировался.

Испытания проводить до появления сколов или отслаивания керамического покрытия площадью свыше 50% поверхности образца, либо до достижения заданной базы испытаний.

Выбор материала износостойкого покрытия определяется условиями эксплуатации конкретного узла (температурой, давлением, скоростью омывающих потоков). В связи с большим разнообразием этих условий выбор материала покрытия является достаточно сложной технологической задачей.

Поскольку предметом нашего интереса, в данном случае, является восстановительный ремонт деталей горячего тракта ГТУ зарубежного производства, то основным материалом, на который наносились отечественные материалы, как подложки, так и керамического слоя, был использован импортный, часто применяемый иностранными производителями энергетических

ГТУ для изготовления деталей, подверженный высокотемпературному воздействию - Hastelloy X.

Были проведены исследования состава, толщины и качества нанесения ТЗП на оригинальном образце, имеющем не поврежденное покрытие, снятым с ГТУ и прошедшего наработку ~24 000ЭЧ. Из него был вырезан образец и приготовлен микрошлиф в плоскости поперёк покрытия. По своей структуре ТЗП данного образца состоит из металлического жаростойкого подслоя толщиной около 300 мкм и керамического слоя толщиной около 250 мкм (рис.1).

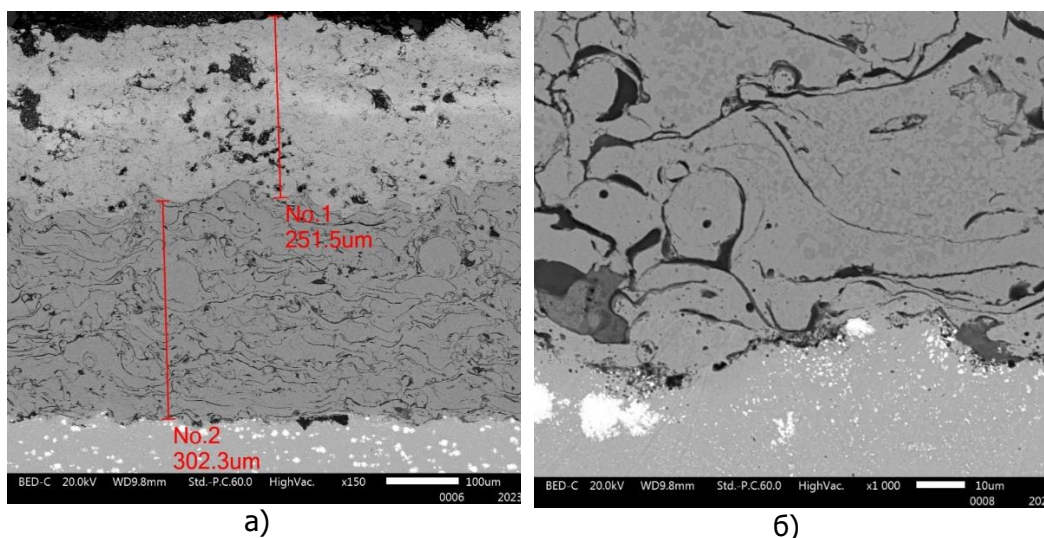


Рисунок 1 - Исследование оригинального покрытия с детали ГТУ: а - структура ТЗП; б - граница раздела «основной материал – подслоя»

Исследования показали, что покрытие имеет чешуйчатое строение, характерное для воздушно-плазменного метода нанесения. Керамический слой включает поры размером до 30 мкм. Металлический слой не содержит нерасплавленных частиц порошка. По границам раздела дефектов в виде посторонних включений, трещин и отслоений не обнаружено. По результатам микрорентгеноспектрального анализа химический состав основного материала представляет из себя жаропрочный легированный никелевый сплав. Металлический подслоя NiCoCrAl на основе никеля (Ni~41%), содержит Co ~21.9%, Cr~18.9%, Al~13.8%. Керамический слой сформирован из порошка наиболее широко распространённого состава диоксида циркония (Zr~61.3%) стабилизированной оксидом иттрия (содержит около 4.7% Y и примесь оксида гафния (~1.6% Hf)).

В таблице 1 представлены комбинации составов подслоя и керамического слоя отечественных производителей, наносимые на экспериментальные образцы для проведения сравнительных термоциклических испытаний вместе с оригинальным образцом. Данные испытания позволят ответить на несколько вопросов, а именно: о целесообразности и необходимости продления ресурсов оригинальных деталей с оригинальными покрытиями и выбор подходящих ТЗП из отечественных материалов для замены импортных.

Перед нанесением покрытий был выполнен химический анализ и морфология исходных порошков на сканирующем электронном микроскопе.






После нанесения покрытий выполнена металлография образцов и микрорентгеноспектральный анализ образцов хим.состава.





Исследование порошков проводилось на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) «Vega3LMH», производства фирмы «Tescan». Для определения химического состава микроскоп оснащен системой энергодисперсионного микроанализа (ЭДС) AZtecEnergy производства фирмы «Oxford Instruments».

Перед исследованием проводилась количественная оптимизация на стандартном кобальтовом образце. Для определения химического состава был проведен количественный анализ (вес. %) порошков при помощи системы энергодисперсионного микроанализа в локальных областях. При проведении анализа был исключен углерод.

Данные исследований представлены в Таблице 1.

Таблица1 - Сведения об экспериментальных образцах с ТЗП

номер варианта образца с ТЗП	Подслой/ толщина, мкм/ состав	верхний слой/ толщина, мкм/ состав	Фото образцов
0 (н/д*) оригинал	н/д*	н/д*	
1	ПВ-75Ю23В (ВКНА)/ до 50/ Ni(~73%) Al(~17%) Cr(~3.3%)	HZM/ 450/ Zr(~62%) Y(~6.5%) Hf(~1.7%)	
2	ПВ-75Ю23В (ВКНА)/ до 50	ЦрОИ-7/ЦИ-7/ 350	
3	ПВ-НХ16Ю6Ит/ до 30/ Ni(~75%) Cr(~15%) Al(~5%)	HZM/ 300/ Zr(~62%)Y(~6.5%) Hf(~1.7%)	
4	ПВ-НХ16Ю6Ит/ до 20	ЦрОИ-7/ЦИ-7/ 150	
5	н/д*/ 160	н/д*/ 300	

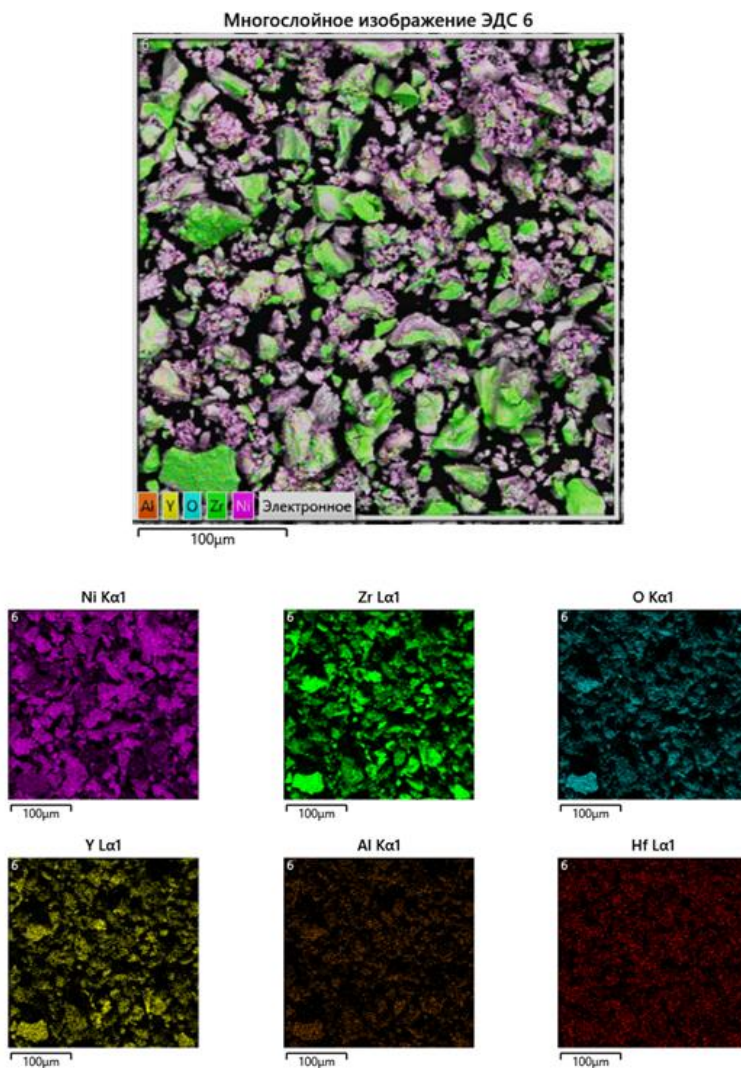
6	ПВ-Х20К20Ю13И/ 50/ Ni(~50%)Cr(~19%) Co(~19%) Al(~10%)	ОЦН-25/ 390/ Ni(~53%) Zr(~30%) Y(~2.3%)	
7	ПВ-ПН70Ю30/ до 190	ОЦН-25/ до 225	
8	ПВ-КХ27Ю7С3И/ 140	ОЦН-25/ 215	
9	ПВ-ЦНИИТМ/ 100	ОЦН-25/ 190	

\* - данные отсутствуют о марке покрытий и производителе

В образцах 6-9 верхний керамический слой был выполнен порошком оксида циркония (Zr ~75%) стабилизированный иттрием плакированный никелем марки ОЦН-25 (массовая доля Ni составляет  $25 \pm 2$  %) [5]. Этим объясняется темный (серо-зеленый) цвет покрытия. При исследовании данного порошка и проведение количественного анализа (химический состав (вес. %) порошка керамической подложки (ОЦН-25) в локальной области) получены следующие значения Ni(~53%) Zr(~30%) Y(~2.3%), что связано со способом плакирования никелем, когда Ni как бы охватывает частицы Zr. Это хорошо видно из карты распределения химических элементов в порошке керамического покрытия, показанного на рисунке 2.

После длительных изотермических испытаний при температуре 1090...1110°C в течение 450 часов установлено, что образцы № 1, 3, 5 и 6 сохранили целостность, на них отсутствуют трещины, сколы и другие дефекты. На сегодняшний день испытания этих образцов продолжаются. После завершения испытаний будут выполнены рентгеноструктурные исследования фазового состава.

Оригинальный образец был отбракован из исследований после 300 часов изотермических испытаний. Данная информация говорит о том, что без проведения восстановительных работ, включающих снятие старого покрытия и нанесения нового, продление ресурса уже отработавших порядка 24 000 ЭЧ деталей несет в себе бо́льшие риски, чем осуществление перепокрывтия отечественными материалами, приведенными выше. Материал основы при такой наработке подвержен изменению микроструктуры, что требует в условиях ограничения оригинальных запасных частей выполнения ремонта этих деталей - восстановление структуры или же в случае конструктивных ограничений требует локализации производства таких деталей и узлов для их замены.



*Рисунок 2 - Карта распределения химических элементов в порошке керамического покрытия (ОЦН-25)*

**Вывод:**

Исследования показали, что существуют отечественные аналоги теплозащитных покрытий, которые устойчиво работают с материалами основы (жаростойкие сплавы) импортных производителей.

Несмотря на необычный внешний вид покрытия (серо-зеленый цвет) сочетание подслоя ПВ-НХ20К20Ю13И и керамики ОЦН-25, на данный момент (450 часов испытаний) показывает хороший результат, на уровне с традиционными, такими как подслой ПВ-75Ю23В (ВКНА) и керамика НЗМ, а также подслой ПВ-НХ16Ю6И и керамика НЗМ.

Обмен опытом, результатами исследований и компетенциями, на сегодняшний день, являются необходимыми и востребованными.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Газотермическое напыление / под общей редакцией Л. Х. Балдаева - Москва Старая Басманная, 2015, 2-е изд. 540 стр. (коллектив авторов/раздел Б.М. Захаров (6.2-6.4) стр. 426-429)

2. В. А. Барвинок , И. Л. Шитарев , В. И. Богданович , И. А. Докукина, В. М. Карасёв Срабатываемые, износостойкие и теплозащитные покрытия для деталей газового тракта турбины, компрессора и камеры сгорания ГТД // Авиационная и ракетно-космическая техника, 2009

3. С.А. Мубояджян Защитные покрытия для деталей горячего тракта ГТД, ВИАМ/2010-205674, октябрь 2010 г «Все материалы. Энциклопедический справочник», №3, 2011 г, электронная версия доступна по адресу: [www.viam.ru/public](http://www.viam.ru/public)(дата обращения: 20.05.2023)

4. С.А. Будиновский, Д.А. Чубаров, П.В. Матвеев Современные способы нанесения теплозащитных покрытий на лопатки газотурбинных двигателей (обзор), Авиационные материалы и технологии №5 2014 г DOI: 10.18577/2071-9140-2014-0-s5-38-44

5. Режим доступа: <https://xn--80aabplh3bfmft5b6b.xn--p1ai/plakirovanie-poroshkov.html> (дата обращения: 20.05.2023)

---

### **PROBLEMS AND OPPORTUNITIES IN THE USE OF DOMESTIC MATERIALS FOR HEAT-SHIELDING COATINGS OF ELEMENTS OF THE HOT PATH OF POWER GAS TURBINES.**

**Gutnik M.M., Panteleev D., Vasiliev V.D., Bulysova L.A.**

The problem of using domestic materials used to make heat-shielding coatings for elements of the hot path of power gas turbines (GTP) of imported production, operated in the Russian Federation, such as burners, flame tubes of combustion chambers, etc., is considered. Russian analogues provided by a domestic manufacturer are considered, analyzed and compared. The results of experimental studies of heat-shielding coatings are presented, they are compared with the original imported sample.

**Keywords:** heat-shielding coatings, heat resistance, testing, metallography, maintenance, repair, research, import substitution.

УДК 535.35

## ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ В АТМОСФЕРНОЙ СРЕДЕ ПОСРЕДСТВАМ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

**Лиманенко Виолетта Дмитриевна,  
Симиненко Павел Денисович,  
Чапенко Виталий Андреевич,**  
Студенты, ФГБОУ ВО «КубГУ»

**Пузановский Кирилл Вячеславович**  
Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «КубГУ»

*В статье приводятся сведения о предлагаемых решениях в области применения атмосферных каналов оптической связи для управления удаленными техническими устройствами. Данный вид связи является перспективной технологией для передачи данных на большие расстояния, особенно в условиях, когда проводная связь невозможна или нежелательна. Экспериментально определена дальность линии связи в режиме трехдиапазонного лазерного излучения.*

**Ключевые слова:** лазеры, окна прозрачности, передача информации, предел дальности, трех-диапазонный, излучение, поглощение атмосферы

Лазерная передача данных в атмосферной среде осуществляется путем использования лазерного излучения в качестве носителя информации. Основным преимуществом лазерной передачи данных является высокая скорость передачи и возможность передачи больших объемов данных на большие расстояния [1]. Кроме того, лазерное излучение имеет высокую проникающую способность, что позволяет ему преодолевать препятствия в виде зданий, гор и других объектов. Однако, лазерная передача данных также имеет свои недостатки, например, возможность помех от атмосферных условий, таких как дождь, туман и сильный ветер [2]. Кроме того, лазерное излучение может быть опасным для глаз, поэтому необходимо принимать меры предосторожности при работе с ним. Поэтому целью проделанной работы является подбор лазерных модулей и детектора для разработки прототипа устройства передачи информации.

На данный момент на рынке доступны различные фоторезисторы, фотодиоды и фототранзисторы. В качестве приемника был выбран готовый модуль на основе фотодиода с усилителем. WCMCU-101 OPT101 – это аналоговый модуль датчика освещенности, который использует фотодиод OPT101 для определения уровня освещенности и выдачи напряжения, пропорционального интенсивности света. Его фотодиод имеет размер 2,3 × 2,3 миллиметра. Модуль может быть подключен к микроконтроллеру или другому электронному устройству для обработки сигнала, например плате Arduino.

Для выполнения работы была разработана и создана линия связи. Была изготовлено устройство, чтобы увеличить площадь приема информации более чем в 200 раз: с 5 мм<sup>2</sup> до размеров около 1200 мм<sup>2</sup>, ввиду того что диаметр используемой линзы равен 40 миллиметров. Корпус изготовлен так, что фокус линзы совпадает с нашим датчиком. Устройство, где непосредственно

установлены линза и датчик, напечатано на 3D принтере. Отражатель выполнен из алюминиевой пленки. К аналоговому модулю датчика освещенности WCM CU-101 OPT101 была подключена плата Arduino.

Для тестирования разработанной схемы были выбраны три испытуемых образца(лазера):

1. Лазер №1 с длиной волны 650 нм (красный свет) на 5 мВт;
2. Лазер №2 с длиной волны 650 нм (красный свет) на 100 мВт;
3. Лазер №3 с длиной волны 532 нм (зеленый свет) на 100 мВт.

Было необходимо установить, как влияет дальность линии на расходимость и интенсивность пучка лазерного излучения. Было выбрано расстояние 200 метров без преград и препятствий, измерения проводились каждый метр, в результате было установлено, что все три лазера имеют достаточную интенсивность для работы на данном расстоянии ввиду того, что даже на самом максимальном расстоянии нашей выбранной местности, составляющего 200 метров, принимающее устройство показывало максимальное значение.

В результате данный эксперимент показал, что все три лазера способны установить бесперебойную линию связи на расстоянии до 200 метров. Однако необходимо оценить предельную дальность линии для каждого лазера, так как первый эксперимент не способен показать полной картины.

Во втором эксперименте проводились измерения мощности излучения каждого из трех лазеров на расстояния до 48 метров, при этом измерения проводились каждые 1,2 метра.

Для этого был использован прибор Thorlabs S314C, являющийся фотодетектором и предназначенный для работы в диапазоне длин волн от 400 до 1100 нм. В результате проведенных измерений были получены следующие графики:

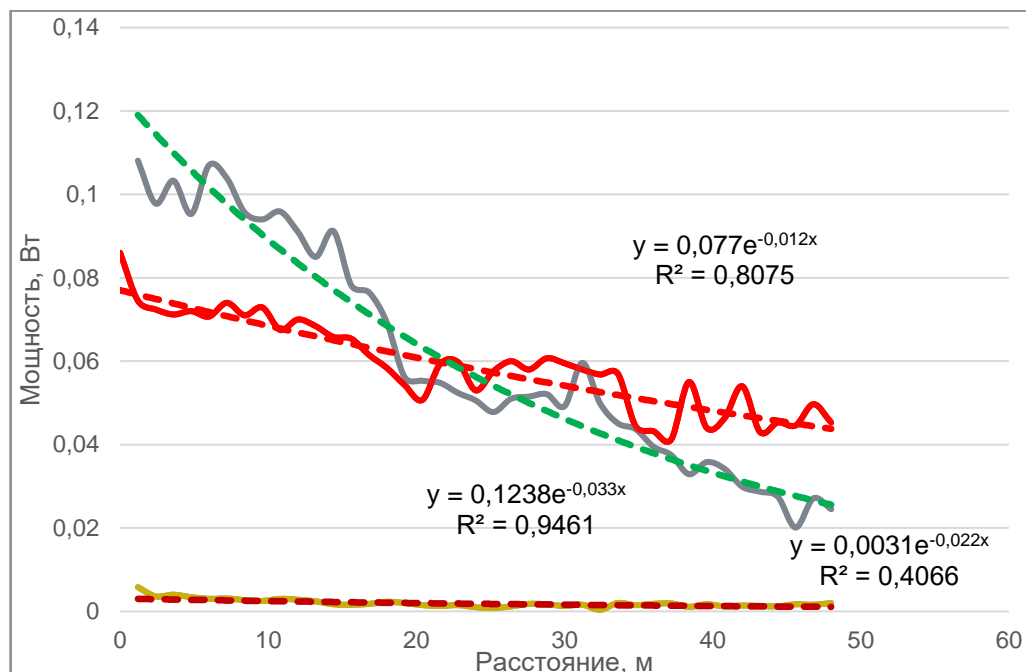


Рисунок 1 — Полученные экспоненциальные зависимости для трех образцов

Было замечено, что снижение мощности можно описать экспоненциальной зависимостью от расстояния до приемника. Полученные результаты можно описать расходимостью лазерного пучка, поглощением атмосферы и различными частиц. В результате для каждого лазера были построены экспоненциальные зависимости и получены уравнения зависимости мощности принимаемого излучения от расстояния.

Следует отметить, что на основе данных, полученных из технической документации датчика освещенности WCM CU-101 OPT101, было установлено, что предел чувствительности фотодиода составляет 10 мкВт.

В процессе эксперимента было установлено, что на датчик приходит 4,2 Вольт, так как установлено значение 864 единиц 10-битного аналогово-цифрового преобразователя микроконтроллера.

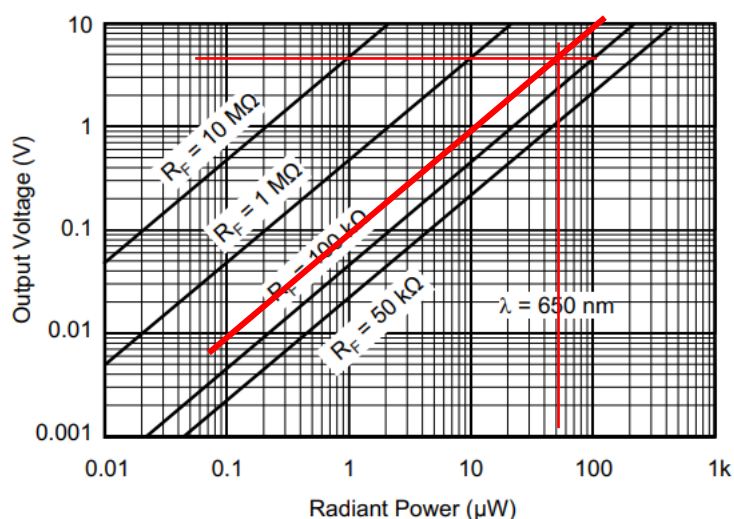


Рисунок 2 — Предел фоточувствительности фотодиода из технической документации

Для расчета предельной дальности линии связи на основе полученных данных были составлены аппроксимирующие уравнения экспоненциальной зависимости для каждого источника.

Первый лазер 650 нм 5 мВт имеет максимальную дальность примерно 220 метров. Для второго лазера 650 нм 100 мВт дальность около 640 метров. А для третьего лазера 532 нм 100 мВт максимальная дальность 240 метров. Все три лазера могут установить связь на расстоянии до 200 метров.

По данным второго эксперимента можно сделать вывод о том, что максимальным предел лазера №1 равен 220 метров, как и следовало ожидать, так как данным образец обладает самой минимальной мощностью по сравнению с другими. Также отметим, что на расстоянии 200 метров у образца №1 наблюдалось сильное расхождение пучка излучения, что затрудняло проведения эксперимента. Лазер №2 показал наилучший результат предела дальности, так как мощность его излучения в 20 раз больше, чем у лазера №1.

Измерения для лазера №3 являются недостоверными, так как полученный предел дальности линии равен 240 метров, в то время как ожидался более большой предел. Данное явление можно объяснить большой расходимостью зеленого луча.

Работа выполнена при поддержке проекта КНФ № MFI-20.1/129.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Murphy K., Schauer K., CubeSat Set to Demonstrate NASA's Fastest Laser Link from Space, NASA Feature, 24 May 2022, URL: [https://www.nasa.gov/feature/goddard/2022/cubesat-set-to-demonstrate-nasas-fastest-laser-link-from-space.\(01.05.2023\)](https://www.nasa.gov/feature/goddard/2022/cubesat-set-to-demonstrate-nasas-fastest-laser-link-from-space.(01.05.2023))
  2. Schieler C., Robinson B., Guldner O., Bilyeu B., Garg A., Riesing K., Chang J., Hakimi F., Brown J., Khatri F., Constantine S., Burnside J., Boroson D., NASA's Terabyte Infrared Delivery (TBIRD) Program: Large-Volume Data Transfer from LEO. - Small Satellite Conference. – 2019. - SSC19-VI-02.
- 

## DATA TRANSMISSION IN THE ATMOSPHERIC ENVIRONMENT THROUGH LASER RADIATION

**Puzanovskiy K.V., Limanenko V.D., Siminenko P.D., Chapenko V.A.**

The article provides information about the proposed solutions in the field of atmospheric optical communication channels for controlling remote technical devices. This type of communication is still a promising technology for data transmission over long distances, especially in conditions where wired communication is not possible or desirable. The distance of the communication line in the mode of three-band laser radiation is experimentally determined.

**Keywords:** lasers, scattering, information propagation, range limit, tri-band, radiation, atmospheric absorption.

УДК 621.389

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

**Медведева Анастасия Сергеевна**

Студентка Московского Государственного Технического Университета  
Гражданской Aviации, (МГТУ ГА)

*В статье представлена концепция использования органической электроники, ее превосходство над традиционной электроникой, т.к. в качестве основного элемента используется углерод вместо кремния. Экологическая безвредность, гибкость, легкость, энергоэффективность, низкая стоимость производства – и это еще не все преимущества элементной базы. Рассматривая в статье возможные перспективы внедрения органической электроники в область гражданской авиации, есть уверенность, что в ближайшем будущем органическая электроника найдет широкое применение, как на борту авиалайнера, так и на земле.*

**Ключевые слова:** органическая электроника, углерод, экологическая безвредность, гибкость, легкость, энергоэффективность, внедрение, гражданская авиация.

Современная электроника постоянно развивается. Сегодня инженеры осваивают нано- и молекулярно-инженерные микротехнологии. Основными направлениями развития электроники являются: полупроводниковая электроника, которая наиболее широко применяется в современном радиоэлектронном оборудовании, функциональная, органическая и квантовая электроника.

В данной статье основное внимание будет направлено на исследование развития органической электроники. Органическая электроника – это отрасль электроники, которая использует органические материалы для изготовления схем и других электронных устройств. Это довольно новая область, но ее возможности безграничны, а результаты впечатляют уже сейчас.

Традиционная электроника основана на кремнии. В органической же электронике используются углерод, на основе которого создаются различные органические устройства, такие как органические светоизлучающие диоды, органические полевые транзисторы, органические фото-вольтаические ячейки, сенсоры и другие устройства. Фото-вольтаические ячейки – это фотоприемник на основе фотогальванического эффекта, обусловленного возникновением ЭДС в результате облучения светом. Принцип работы основан на взаимодействии фотона с полупроводником. На их основе изготавливают солнечные батареи.

История органической электроники уходит в 40-е годы прошлого столетия, когда появились первые органические полупроводники. В 1980-е года проходило активное изучение органических проводников и полупроводников, органических тонкопленочных транзисторов. В 2000 году Нобелевскую премию за исследование органической электроники получили американские и японские ученые: Алан Хигер, Хидеки Сиракава и Алан МакДиармид. Впервые

органические электронные устройства появились на рынке в 2005 году. В настоящее время органическая электроника является самостоятельной полноценной областью развития науки, в состав которой входят молекулярная, полимерная (пластиковая), гибкая, бумажная, печатная и прозрачная электроника.

Органические соединения имеют ряд преимуществ: малая толщина и вес, экологическая безвредность, гибкость, легкость, энергоэффективность, низкая стоимость производства (стоимость 1 гибкого чипа в 20 тыс. раз дешевле кремниевых транзисторов), простота интегрирования в конечные устройства, возможность создания материалов с заранее заданными свойствами, большая плотность при снижении стоимости единицы площади, прозрачность, низкие температуры технологических процессов, что позволяет использовать дешевые подложки и наносить схемы на самый широкий спектр материалов (пластик, бумага, одежда и т.д.), возможность мелкосерийного производства (используя автоматическое проектирование струйные технологии легко и дешево перестраиваются).

Недостатков устройств органической электроники не много: меньшее быстродействие по сравнению с традиционной электроникой и износостойкость (меньший срок службы). Но развитие новых технологий позволит со временем избавиться и от них. Инвестиции в органическую электронику ежегодно растут по экспоненте, и к 2030 году по прогнозам они составят 180 млрд долларов.

В нашей стране также, как и во всем мире, интенсивно занимаются развитием органических технологий. Например, в триоцком «ТехноСпарке» в 10 марта 2020 году заработал Российский центр гибкой электроники (РЦГЭ), который позиционируется как контрактный поставщик тонкопленочных TFT-матриц и гибких интегральных микросхем для инновационной высокотехнологичной продукции.

Область применения органической электроники обширна. Ее применение перспективно и в гражданской авиации.

Одно из направлений применения органической электроники – радиометки. Например, в настоящее время потеря багажа в аэропортах является серьезной проблемой, авиакомпании ежегодно теряют более миллиона чемоданов. Решением этой проблемы может быть наклейка на багаж гибких сверхтонких радиометок, по которым и пассажиры, и авиакомпании могут отследить передвижение багажа.

Другим направлением применения органической электроники является интеллектуальная упаковка. Ее особенности можно использовать для упаковки бортового питания. Интеллектуальная упаковка способна собирать и хранить информацию о пищевых продуктах такую, как срок годности, температура хранения и другие характеристики. А выводя все данные на упаковку бортового питания, можно определять уровень свежести продуктов и, что самое важное, следить за условиями их хранения.

Еще одна перспективная область для применений органической электроники в гражданской авиации – солнечные батареи. Изготавливаясь из материалов на органической гибкой основе, солнечные батареи имеют малую толщину и вес, и могут быть закреплены на любой, в том числе на неровной поверхности, например, на рельефной крыше в аэропорту или в любом другом возможном месте. Это будет большим преимуществом для получения энергии в местностях, ограниченных в электричестве.

Развитие органической электроники вводит в нашу жизнь такое понятие, как «электронная кожа». Эти технологии позволяют без чипов и батарей

передавать информацию о состоянии организма. Почему же это не использовать в области гражданской авиации.

Применение гибких сенсоров в качестве «электронной кожи», для экипажа и пассажиров может предотвратить внештатные ситуации, ведь человек не сразу может почувствовать ухудшения самочувствия, а датчики считывают информацию с человека (давление, температуру, пульс) и передают ее бортопроводникам, что позволит принять соответствующие меры, и тем самым спасти человека. Эти датчики не сковывают движение, что позволяет экипажу без затруднений выполнять свою работу, а пассажирам наслаждаться полетом.

На основе «электронной кожи» созданы датчики обнаружения давления и силы, которые можно встроить в кресла самолета. С помощью них можно отслеживать, находятся ли все пассажиры на своих местах во время взлета и посадки.

Органическая электроника вошла в нашу повседневную жизнь: сенсорные гибкие экраны смартфонов, телевизоров, планшетов используются нами ежедневно. Но ведь и в гражданской авиации для более комфортного пользования приборные панели авиалайнеров можно выполнить в виде гибкого дисплея с сенсорной панелью управления. Или же встроенные в кресла планшеты заменить на более тонкие и легкие модели, выполненные из органических гибких материалов, что значительно уменьшит потребление электричества на борту самолета, улучшит качество передаваемого изображения на экране и облегчит вес самолета.

Возможно в обозримом будущем и на поверхности самолета могут быть установлены датчики обнаружения наружных повреждений, которые будут подавать сигналы в базу и обрабатываться, что снизит риски аварийных ситуаций.

Из вышесказанного можно сделать несколько выводов.

Во-первых, органическая электроника динамично развивается как в России, так и во всем мире. Внедряются новые технологии, о которых ранее мы и помыслить не могли.

Во-вторых, постоянно развивается и совершенствуется элементная база. На рынке появляются новые органические метки, диоды, сенсоры. Они внедряются во многие области применения науки и техники, в различные отрасли хозяйства, доходят до нашей повседневной жизни.

В-третьих, стремительное развитие приводит к увеличению инвестирования в данную область, и по прогнозу к 2030 году составит 180 млрд долларов.

И наконец, органическая электроника, в настоящее время применяясь во многих отраслях, в ближайшем будущем найдет широкое применение и в гражданской авиации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Современное состояние и тенденции развития электроники. Реферат. Информатика, ВТ, телекоммуникации. 2013-03-10 – Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=600119> (дата обращения: 20.03.2023)

2. Спецкурс «Введение в органическую электронику» Лекция 2. Основные устройства органической электроники, принципы их работы и методы получения. – Режим доступа: <http://mgumus.chem.msu.ru/seminar/mat/Ponomarenko-presentation.pdf> (дата обращения: 21.03.2023)



3. Молекулярная электроника – Режим доступа: [http://www.pnn.unn.ru/UserFiles/seminar/46\\_pakhomov.pdf](http://www.pnn.unn.ru/UserFiles/seminar/46_pakhomov.pdf) (дата обращения: 20.03.2023)
  4. История развития электроники – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/1205053/> (дата обращения: 25.03.2023)
  5. От имитации кожи до человекоподобных роботов: как работает органическая электроника – Режим доступа: <https://hightech.fm/2020/10/07/organic-electronics> (дата обращения: 26.03.2023)
  6. Мырнин В.Н. Органическая и печатная электроника: на волне успеха // Полимерные материалы. – 2014. – №3. – С. 43-47.
  7. РЦГЭ – Российский центр гибкой электроники – Режим доступа: [https://www.tadviser.ru/index.php/Компания:РЦГЭ\\_-\\_Российский\\_центр\\_гибкой\\_электроники](https://www.tadviser.ru/index.php/Компания:РЦГЭ_-_Российский_центр_гибкой_электроники) (дата обращения: 30.03.2023)
  8. Восемь тенденций, которые изменят электронику – Технологии в Электронной Промышленности – Режим доступа: [https://tech-e.ru/2011\\_02\\_4.php](https://tech-e.ru/2011_02_4.php) (дата обращения: 1.04.2023)
  9. Авиакомпании ежегодно теряют миллионы чемоданов – Новости – Режим доступа: <https://obzor.city/article/187234> (дата обращения: 01.04.2023)
  10. Датчики цвета в «интеллектуальной упаковке» пищевых продуктов – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/datchiki-tsveta-v-intellektualnoy-upakovke-pischevyh-produktov/viewer> (дата обращения: 05.04.2023)
  11. Эксперт: центр гибкой электроники будет выпускать продукцию для нескольких отраслей – ТАСС – Режим доступа: <https://tass.ru/ekonomika/7934153> (дата обращения: 5.04.2023)
  12. Российские ученые создали материал для гибких дисплеев нового поколения / Хабр – Режим доступа: <https://habr.com/ru/news/709908/> (дата обращения: 7.04.2023)
  13. «Электронная кожа» поможет следить за показателями организма – Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/amp/news/632332229a794780419f5b4c> (дата обращения: 20.05.2023)
- 

## PROSPECTS FOR THE USE OF ORGANIC ELECTRONICS IN CIVIL AVIATION

**Medvedeva A. S.**

The article presents the concept of using organic electronics, its superiority over traditional electronics, because carbon is used as the main element instead of silicon. Environmental friendliness, flexibility, lightness, energy efficiency, low production cost - and these are not all the advantages of the element base. Considering in the article the possible prospects for the introduction of organic electronics in the field of civil aviation, there is confidence that in the near future organic electronics will be widely used both on board an airliner and on the ground.

**Keywords:** organic electronics, carbon, environmental friendliness, flexibility, lightness, energy efficiency, implementation, civil aviation.

УДК 62

## УМНЫЙ ДОМ

### **Петров Дамир Игоревич**

Студент, ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Колледж Инфраструктурных Технологий

### **Захаров Николай Тимофеевич**

Преподаватель первой категории Кафедры эксплуатации и обслуживания информационных систем, ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Колледж Инфраструктурных Технологий

*В данной научной статье рассматривается концепция Умного дома, его принципы работы, возможности и преимущества для жильцов. В статье изучаются основные технологии, используемые для его создания, анализируются преимущества, которые получают жильцы при использовании Умного дома, такие как экономия энергии, повышение комфорта и безопасности. Также рассматриваются потенциальные недостатки и проблемы, которые могут возникнуть при использовании Умного дома, и предлагаются рекомендации по использованию Умного дома для повышения комфорта и безопасности жильцов. В статье также обсуждаются перспективы развития Умного дома и его роль в будущем. Результаты и выводы по теме умного дома обобщены в данной статье.*

**Ключевые слова:** Умный дом, умная колонка, автоматизация, комфорт, безопасность, энергосбережение, технологии.

Умный дом – это дом, в котором используются различные устройства и технологии для автоматизации и управления различными системами в доме. Такая технология может включать в себя системы освещения, отопления и кондиционирования воздуха, аудио и видео, безопасность и многое другое.

Основным преимуществом Умного дома является удобство и комфорт, которые он может предоставить своим обитателям. С помощью систем управления можно легко контролировать освещение и температуру в доме, а также управлять аудио и видео оборудованием. Это позволяет создать идеальный комфортный климат и настроение в доме, а также снизить расходы на энергопотребление.

Еще одним важным преимуществом Умного дома является повышение уровня безопасности в доме. С помощью систем видеонаблюдения и тревожной сигнализации можно контролировать доступ в дом и оперативно реагировать на возможные угрозы.

Умный дом также может быть полезен для людей с ограниченными возможностями, которые могут иметь затруднения с выполнением некоторых задач, таких как включение и выключение света или управление кондиционером. Системы управления Умным домом могут быть настроены для автоматического выполнения этих задач, что делает жизнь людей более комфортной и независимой.

Однако, Умный дом также имеет свои недостатки. Он может быть дорогим в установке и поддержке, а также требует определенных знаний и навыков для

настройки и управления. Кроме того, существует опасность нарушения конфиденциальности и безопасности данных, которые могут храниться в его системах.

Тем не менее, с развитием технологий и улучшением систем управления Умным домом, он становится все более доступным и удобным для использования. Компании по всему миру предлагают различные решения для Умного дома, которые могут быть настроены под конкретные потребности и желания каждого домовладельца.

В целом, Умный дом – это прогрессивное и инновационное решение для автоматизации и управления системами в доме, которое может предоставить множество преимуществ и улучшить качество жизни его обитателей.

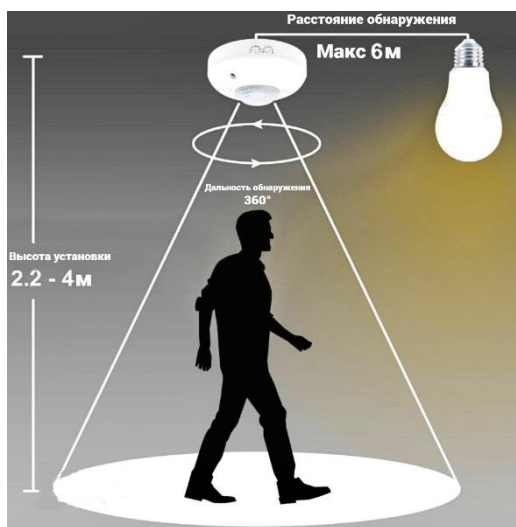


Рисунок 1 - «Использование датчика движения и присутствия»

На рис.1 показан пример работы датчика движения и присутствия. Они расцениваются как ключевые элементы в любой системе Умного дома, так как позволяют контролировать различные параметры, например, освещение, климатические условия, видеонаблюдение и т.д.

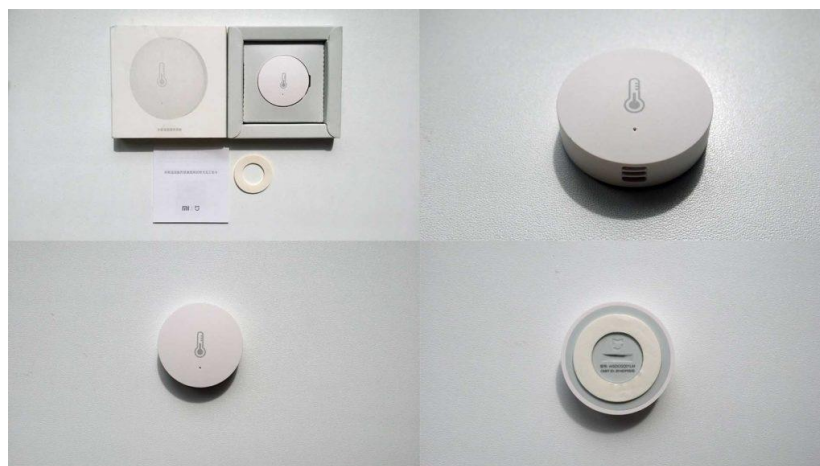
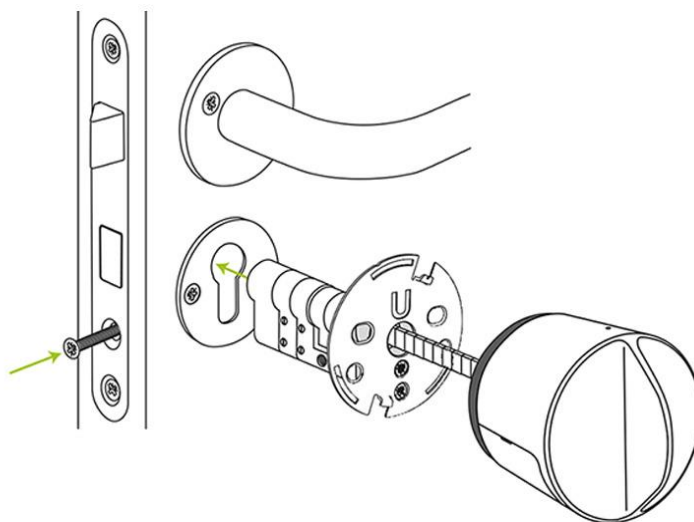


Рисунок 2 - «Датчик температуры и влажности от Xiaomi»

На рис.2 изображен датчик температуры и влажности, сверху расположена кнопка сопряжения со шлюзом, а снизу – отверстие для забора воздуха. Этот датчик передает всю информацию в приложения на смартфоне.



*Рисунок 3 - «Умный замок»*



*Рисунок 4 - «Устройство умного замка»*

На рис. 3-4 представлен умный замок. Смартфон подключается к замку по Bluetooth, а данные шифруются по алгоритму 128 bit AES. Это позволяет контролировать доступ к дому и управлять связанными с этим процессами, например, открытием и закрытием дверей, оповещения кто и как пользовался замком.



*Рисунок 5 - «Умная розетка»*

Рис.5 показывает устройство, которое мы можем запрограммировать на работу в определенное время и управлять им с помощью компьютера, смартфона или специального пульта. Контролировать состояние бытовой техники, включенной в сеть, отключать ее в случае неисправности, отключать технику при скачках напряжения; включать / выключать приборы в заданное время. Экономить электроэнергию, которую бытовая техника потребляет в режиме ожидания.



*Рисунок 6 - «Умная колонка Яндекс Станция с Алисой»*

На рис.6 изображена умная колонка. На сегодняшний день является главным устройством для управления Умным домом становятся умные колонки со встроенным голосовым помощником. Голосовой ассистент теперь является центром управления автоматизированным домом. Управление системами домашней автоматизации осуществляется с помощью голосовых команд. Можно вести полноценный диалог с вашим виртуальным «дворецким», у которого можно

узнать о погоде и пробках, попросить рассказать последние новости или выполнить какую-либо команду.

Системы Умного дома могут создаваться на основе различных технологий и программных решений, но все они имеют общую цель – сделать жизнь человека более комфортной и безопасной. Несмотря на довольно высокую стоимость установки, использование таких систем является оправданным вложением средств, так как это позволяет экономить время, жить комфортнее и снижать затраты на электроэнергию. Умный дом является одной из самых перспективных технологий на рынке жилья.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бутузов В.А. Энергетическая общественность России в 1880–1992 годах // СОК. - № 2/2022 – С. 52 – 59.

2. Крупнов Б.А. Энергоэффективность «умного дома» как главная составляющая комфорта владельца // СОК. - № 2/2022 – С. 48 – 51.

3. Датчик влажности. Как он устроен и работает? – [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://powercoup.by/stati-po-elektromontazhu/datchik-vlazhnosti> (дата обращения 29.05.2023).

4. Для чего необходимы датчики движения в системе умный дом – [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://shamrin.ru/dlya-chego-neobhodimy-datchiki-dvizheniya-v-sisteme-umnyu-dom/> (дата обращения 29.05.2023).

5. Обзор датчика температуры и влажности Xiaomi – [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://smarthomeinfo.ru/xiaomi-temperature-humidity-sensor-review/> (дата обращения 29.05.2023).

6. Современные энергосберегающие технологии. Система «Умный дом» – [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://euroasia-science.ru/tehnicheskie-nauki/sovremennye-energoberegaющие-техно/> (дата обращения 29.05.2023).

7. Умная розетка: что можно подключить и как автоматизировать свой дом – [Электронный ресурс]: Режим доступа: [https://club.dns-shop.ru/blog/t-238-drugoe-dlya-umnogo-doma/53612-umnaya-rozetka-cto-mojno-podkluchit-i-kak-avtomatizirovat-svoi/#sub\\_Dlya\\_\\_chego\\_\\_nужны\\_\\_umnyie\\_\\_rozetki](https://club.dns-shop.ru/blog/t-238-drugoe-dlya-umnogo-doma/53612-umnaya-rozetka-cto-mojno-podkluchit-i-kak-avtomatizirovat-svoi/#sub_Dlya__chego__nужны__umnyie__rozetki) (дата обращения 29.05.2023).

---

## SMART HOME

**Petrov D.I., Zakharov N.T.**

This scientific article discusses the concept of a Smart home, its principles of operation, opportunities and benefits for residents. The article examines the main technologies used to create it, analyzes the benefits that residents receive when using a Smart home, such as energy savings, increased comfort and safety. The potential disadvantages and problems that may arise when using a Smart Home are also examined, and recommendations are offered on the use of a Smart home to increase the comfort and safety of residents. The article also discusses the prospects for the development of a Smart home and its role in the future. The results and conclusions on the topic of smart home are summarized in this article.

**Keywords:** Smart home, smart speaker, automation, comfort, safety, energy saving, technology.

УДК 62

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ КАК ИНФОРМАТИВНОГО ПАРАМЕТРА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Романова Анастасия Эдуардовна  
Студент, Государственный Аграрный Университет Северного Зауралья*

*Корнев Сергей Михайлович  
К.п.н., доцент кафедры энергообеспечения сельского хозяйства  
Государственный Аграрный Университет Северного Зауралья  
Инженерно-технологический институт*

*В данной статье рассматривается использование коэффициента отражения как информативного параметра для экологических исследований, его важность для экологических исследований в современном мире и дальнейшая перспектива его применения. Рассматривается несколько видов коэффициента отражения, минусы и плюсы их использования в разных областях и дальнейшая перспектива для экологических исследований, а также его применения в современном мире.*

**Ключевые слова:** *Коэффициент отражения, экология, окружающая среда, экология, рефлектометрия, инженерия, биомедицина, физика.*

Цель работы: рассмотреть использование коэффициента отражения как информативного параметра для экологических исследований  
Задачи:

1. Обозначить разновидности коэффициента отражения
2. Определить его как параметр для экологических исследований

Коэффициент отражения — безразмерная физическая величина, характеризующая способность тела отражать падающее на него излучение. Существует зеркальное и диффузное отражение. Зеркальное отражение — в нем существует четкая взаимосвязь между отраженными и падающими лучами, это главная особенность данной разновидности. Отраженный луч всегда находится в плоскости, проходящей через падающий луч, и перпендикулярно отражающей поверхности, которая восстанавливается в точке падения. Угол падения равен углу отражения светового луча. Характеристики отраженного луча пропорциональны поляризации луча и углу падения. Кроме того, на индикатор влияют характеристики двух сред. (рис 1)

Он используется для описания поведения электромагнитных и механических волн, таких как световые или радиоволны, когда они сталкиваются с границей между двумя материалами с различными диэлектрическими постоянными. Коэффициент отражения определяется как отношение амплитуды отраженной волны к амплитуде падающей волны.

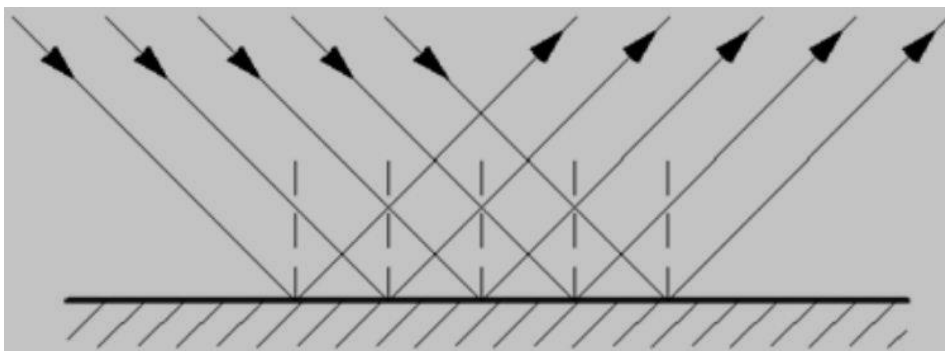


Рисунок 1 - Характеристики отраженного луча пропорциональны поляризации луча и углу падения

Диффузное отражение - при попадании на неровную поверхность лучи отражаются в разные стороны. Отраженный свет просто рассеивается, поэтому вы не можете увидеть свое отражение на неровной или непрозрачной плоскости. Явление диффузии лучей наблюдается, когда неровности равны длине волны или превышают ее.

При этом одна и та же плоскость может диффузно отражать свет или ультрафиолетовое излучение, но при этом хорошо отражать инфракрасный спектр. Все зависит от характеристик волн и свойств поверхности. (рис.2)

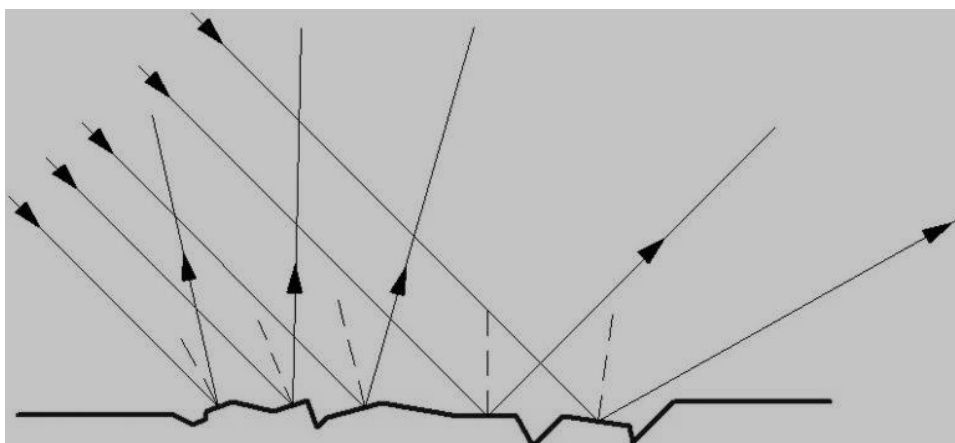


Рисунок 2 - Явление диффузии лучей

Коэффициент отражения — это комплексное число, состоящее как из амплитудной, так и из фазовой составляющих. Составляющая амплитуды, часто называемая "ослаблением" или "коэффициентом ослабления", представляет количество энергии, отраженной поверхностью раздела, в то время как фазовая составляющая представляет сдвиг фазы между падающей и отраженной волнами.

Расчет фазовых и амплитудных характеристик коэффициента отражения:

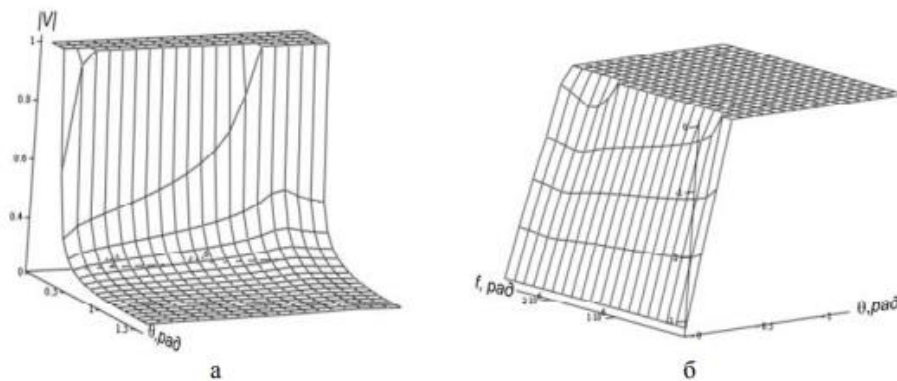
$$c_2(f) = c_0 \left[ 1 - \frac{c_0^2}{2 \times \pi \times f^2} \int_{\min}^{R_{\max}} p(r) \frac{\left(\frac{f(r)}{f}\right)^2 - 1}{\left[\left(\frac{f(r)}{f}\right)^2 - 1\right]^2 + \delta^2} dr \right] \quad (1)$$



$$\text{Показатель преломления } n: n = \frac{c_1}{c_2(f)} \quad (2)$$

$$\text{Формула Френеля: } V = \frac{m \times \cos \theta - \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}{m \times \cos \theta + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} \quad (3)$$

Одним из основных преимуществ использования коэффициента отражения в качестве информативного параметра в исследованиях окружающей среды является то, что он обеспечивает простой и интуитивно понятный способ понимания сложных взаимодействий между различными компонентами экосистемы. Например, для произведения мониторинга газонасыщенных донных осадков мы возьмем фазовые и амплитудные зависимости коэффициента отражения от частоты и угла скольжения.



*Рисунок 3 - Зависимость модуля (а) коэффициента отражения  $V$  и его фазы (б) от угла скольжения  $\beta$  и от частоты  $f$  при учете дисперсии скорости звука в газонасыщенных донных отложениях (граница раздела вода - глина песчано-илистая  $n_0 = 0,949$ ,  $m = 1,58$ ,  $R_{min} = 2 \cdot 10^{-6}$ ,  $R_{max} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ )*

По рисунку видно, что изменения коэффициента отражения от частоты могут достигать 60+70%.

Таким образом, видно, что дисперсия скорости звука при отражении оказывает более существенное влияние на коэффициент отражения, чем частотная зависимость коэффициента поглощения.

Это позволяет производить гидроакустический мониторинг газонасыщенных донных осадков, опираясь на измерения коэффициента отражения от дна, и по результатам отражения от дна можно в дальнейшем судить об экологическом состоянии исследуемой акватории.

Коэффициент отражения также можно использовать для понимания устойчивости экосистемы. Экосистема с высоким коэффициентом отражения, скорее всего, будет более чувствительна к изменениям условий окружающей среды и может быть более подвержена деградации или коллапсу, если эти условия изменятся слишком резко ввиду непреодолимой природной силы: стихийных бедствий, резком повышении температуры, либо созданным человеком техногенной катастрофы. С другой стороны, экосистема с низким коэффициентом отражения более устойчива и с меньшей вероятностью подвержена влиянию изменений условий окружающей среды. Эту информацию можно использовать для принятия решений о том, как лучше защитить

экосистемы и управлять ими, сосредоточив ресурсы на тех экосистемах, которые наиболее уязвимы к изменению окружающей среды.

Коэффициенты отражения могут быть использованы для оптимизации производительности системы за счет минимизации количества энергии, которая отражается обратно в систему. Это можно сделать, спроектировав поверхность раздела между двумя материалами таким образом, чтобы она имела низкий коэффициент отражения, или отрегулировав угол падения таким образом, чтобы отраженная волна разрушительно интерферировала с падающей волной.

Помимо использования при проектировании и анализе различных инженерных систем, коэффициент отражения также находит применение в других областях, таких как геофизика и биомедицинская инженерия. В геофизике коэффициенты отражения используются для изучения структуры недр Земли и понимания поведения сейсмических волн при их прохождении через различные слои горных пород и почвы. В биомедицинской инженерии коэффициенты отражения используются для изучения распространения акустических волн в биологических тканях, что важно для проектирования медицинских систем визуализации и терапевтических устройств.

Еще одним важным применением коэффициентов отражения является проектирование сетей согласования импеданса (Импеданс ( $Z$ ) — это мера сопротивления электрическому потоку, который представляет собой комплексное значение, действительная часть которого определяется как сопротивление ( $R$ ), а мнимая часть называется реактивным сопротивлением ( $X$ ).

Уравнение для импеданса тогда по определению:  $Z = R + jX$ , (4)

где  $j$  - мнимая единица.

Согласование импеданса является важным понятием при проектировании систем связи, так как оно помогает обеспечить передачу максимального количества энергии от линии передачи к нагрузке. Управляя коэффициентом отражения, инженеры могут проектировать сети согласования импеданса, которые оптимизируют передачу энергии и минимизируют количество энергии, отражаемой обратно в линию передачи.

В последние годы достижения в области материаловедения и технологий привели к разработке новых материалов и интерфейсов с низкими коэффициентами отражения. Например, разработка метаматериалов, представляющих собой материалы с уникальными электромагнитными свойствами, позволила разработать системы с низкими коэффициентами отражения в широком диапазоне частот.

Стоит отметить, что коэффициент отражения — это лишь один из многих параметров, используемых для описания поведения электромагнитных волн на границах раздела. Другие параметры, такие как коэффициент пропускания и коэффициент поглощения, предоставляют дополнительную информацию и также важны при проектировании и анализе инженерных систем.

Также стоит упомянуть, что коэффициент отражения можно комбинировать с другими параметрами для получения более полной картины процессов в окружающей среде. Например, его можно использовать в сочетании с параметрами качества воды, такими как pH, температура и уровень питательных веществ, чтобы лучше понять взаимодействие между этими факторами и экосистемой в целом. Сочетание коэффициента отражения с другими параметрами может также помочь определить источник экологических проблем, таких как загрязнение или чрезмерный вылов рыбы, и оценить эффективность стратегий управления, направленных на решение этих проблем. Важно отметить, что коэффициенты отражения обычно используются в области

экологических исследований для оценки и количественного определения отражательной способности поверхностей. Коэффициенты отражения определяются как отношение амплитуды отраженной волны к амплитуде падающей волны и обычно выражаются в виде безразмерной величины между 0 и 1. Использование коэффициентов отражения в качестве информативного параметра в исследованиях окружающей среды основано на идее, что отражательная способность поверхности связана с физическими и биологическими свойствами поверхности и окружающей среды вокруг нее. Пример использования коэффициентов отражения показан выше, на 3 странице.

Другим аспектом коэффициента отражения, который важен для экологических исследований, является способность делать прогнозы относительно будущих условий окружающей среды. Отслеживая коэффициент отражения с течением времени и используя его для моделирования воздействия различных условий окружающей среды, можно делать прогнозы о том, как экосистема будет реагировать на будущие изменения. Эта информация может быть использована для обоснования решений о том, как наилучшим образом защитить экосистему и управлять ею, а также для принятия упреждающих мер по минимизации воздействия изменений окружающей среды.

Коэффициенты отражения особенно полезны в исследованиях дистанционного зондирования, где они используются для определения отражательной способности поверхности Земли по результатам спутниковых измерений. Данные дистанционного зондирования часто используются для изучения особенностей земной поверхности, таких как почвенный покров, топография, растительность и водные объекты. Отражательная способность поверхности определяется типом материала, из которого она была изготовлена и углом падающего света. Например, поверхности, покрытые растительностью, как правило, более отражающие, чем поверхности, покрытые камнем или почвой. Кроме того, поверхности, которые перпендикулярны падающему свету, как правило, более отражающие, чем поверхности, которые наклонены к падающему свету.

Использование коэффициентов отражения в качестве информативного параметра в экологических исследованиях использовалось для изучения широкого спектра экологических явлений, включая землепользование и изменение почвенного покрова, обезлесение и урбанизацию. Например, отражательная способность поверхности Земли может быть использована для определения количества растительного покрова в данной области, что может помочь исследователям понять влияние обезлесения и изменений в землепользовании на окружающую среду.

Коэффициенты отражения также полезны в исследованиях по управлению водными ресурсами, где они используются для оценки отражательной способности водных объектов и оценки качества воды. Водоёмы, которые прозрачны и не содержат загрязняющих веществ, как правило, обладают большей отражающей способностью, чем водоёмы, которые мутны и содержат загрязняющие вещества. Одним из основных преимуществ использования коэффициента отражения в качестве информативного параметра в исследованиях окружающей среды является то, что он обеспечивает простой и интуитивно понятный способ понимания сложных взаимодействий между различными компонентами экосистемы.

Еще одним важным преимуществом коэффициента отражения является то, что его можно использовать для отслеживания изменений условий окружающей среды с течением времени. Например, отслеживая коэффициент

отражения с течением времени, ученые могут определить, оказывают ли изменения условий окружающей среды значительное воздействие на экосистему или способна ли экосистема адаптироваться к этим изменениям. Эта информация может использоваться для принятия обоснованных решений о том, как лучше защитить экосистемы и управлять ими.

Кроме того, коэффициент отражения также можно использовать для оценки эффективности стратегий рационального природопользования. Например, если реализуется конкретная стратегия управления, такая как сокращение поступления питательных веществ в озеро, можно использовать коэффициент отражения, чтобы определить, оказывает ли эта стратегия желаемое воздействие на экосистему.

Наконец, коэффициент отражения также можно использовать для понимания устойчивости экосистемы. Экосистема с высоким коэффициентом отражения, скорее всего, будет более чувствительна к изменениям условий окружающей среды и может быть более подвержена деградации или коллапсу (Экологический коллапс относится к ситуации, когда экосистема страдает от резкого, возможно постоянного, снижения несущей способности всех организмов, что часто приводит к массовому вымиранию), если эти условия изменятся слишком резко.

Более того, использование коэффициентов отражения также было интегрировано в другие методы мониторинга окружающей среды, такие как наземные наблюдения, аэрофотосъемка и дистанционное зондирование с помощью лидара (лидар – это технология измерения расстояний с помощью светового луча). Объединяя несколько источников данных, исследователи могут получить более полное представление об отражательной способности поверхности Земли и окружающей среды вокруг нее.

Важно отметить, что использование коэффициента отражения в качестве информативного параметра для экологических исследований не лишено ограничений. Одна из основных проблем заключается в том, что он основан на простой линейной модели, которая не всегда может точно отражать сложность реальных экосистем. Кроме того, коэффициент отражения является относительной мерой, что означает, что он предоставляет информацию о взаимосвязи между различными компонентами экосистемы, а не абсолютные значения. Это может затруднить сравнение результатов разных исследований, особенно если они проводятся в разных экосистемах или в разных условиях окружающей среды.

Еще одним ограничением коэффициента отражения является то, что он не учитывает временной характер многих процессов в окружающей среде.

Несмотря на эти ограничения, коэффициент отражения остается ценным инструментом для экологических исследований. При использовании в сочетании с другими методами, такими как полевые наблюдения и эксперименты, коэффициент отражения может дать ценную информацию о взаимодействии между различными компонентами экосистемы и помочь принять обоснованные решения о том, как лучше защитить эти экосистемы и управлять ими.

В тюменской области для измерения коэффициента отражения используют "лидары" (оптический локатор для дистанционного зондирования воздушных и водных сред. Слово "лидар" происходит от английского lidar, по начальным буквам слов LIght Detection And Ranging (обнаружение и определение дальности с помощью света).

В заключение, коэффициент отражения является ценным инструментом для экологических исследований, предоставляя простой и интуитивно понятный

способ понять взаимодействие между различными компонентами экосистемы, а также отслеживать изменения условий окружающей среды с течением времени, оценивать эффективность стратегий управления окружающей средой и понимать устойчивость экосистемы. Используя этот инструмент, ученые и менеджеры по охране окружающей среды могут принимать обоснованные решения о том, как лучше защитить и управлять нашими ценными экосистемами для будущих поколений.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Афонский, А. А. Электронные измерения в нанотехнологиях и микроэлектронике [Электронный ресурс] / А. А. Афонский, В. П. Дьяконов; под ред. проф. В. П. Дьяконова. М.: ДМК Пресс, 2011.
2. Дьяконов, В. П. Генерация и генераторы сигналов [Электронный ресурс] / В. П. Дьяконов. М.: ДМК Пресс, 2010.
3. Импульсный рефлектометр mTDR-070. Руководство по эксплуатации. Изд.: NanoTronix Co., Ltd., 2003.
4. Гартман, З. Занимательная физика, или Физика во время прогулки / З. Гартман. - М.: ЛИБРОКОМ.
5. Детлаф, А.А. Курс общей физики / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. - М. Высшая школа.
6. Матвеев, А.Н. Курс физики. т.т. 1-4 / А.Н. Матвеев.- М.: Высшая школа, 2016.
7. Перельман, Я.И. Занимательная физика. Книга 2 / Я.И. Перельман. - М.: Центрполиграф, 2017.
8. Перельман, Я.И. Занимательная физика. Книга первая / Я.И. Перельман. - М.: Центрполиграф, 2017.
9. Рейф, Ф. Берклеевский курс физики. Статистическая физика / Ф. Рейф. - Наука, 2017.
10. Савельев, И.В. Курс физики, т.т. 1-5 / И.В. Савельев. - М.: Наука, 2016.

### THE USE OF THE REFLECTION COEFFICIENT AS AN INFORMATIVE PARAMETER FOR ENVIRONMENTAL RESEARCH.

**Romanova A. E., Kornev S. M.**

This article discusses the use of the reflection coefficient as an informative parameter for environmental research, its importance for environmental research in the modern world and the future prospects of its application. Several types of reflection coefficient are considered, the disadvantages and advantages of their use in different fields and the future prospects for environmental research, as well as its application in the modern world.

**Keywords:** Reflection coefficient, ecology, environment, ecology, reflectometry, engineering, biomedicine, physics.

УДК 621.311

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ ЧАСТОТНОЕ ДЕЛЕНИЕ

**Софьин Алексей Валерьевич**

Магистрант,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»

*В данной статье поднимается вопрос применения автоматического частотного деления. В статье приводится объяснение причин недопустимости работы системы в асинхронном режиме, перечисляются причины возникновения данного явления. В работе приведены способы и методы ликвидации асинхронного режима в объединенной энергетической системе и условия применения того или иного метода. В статье подробно описывается автоматическое частотное деление: приводится определение данного понятия, область применения, схемы условных станций и подстанций, на которых возможно применение автоматического частотного деления.*

**Ключевые слова:** автоматическое частотное деление, асинхронный режим работы, объединенная энергетическая система, релейная защита, автоматика, аварийная ситуация, энергетика, генерация, АЛАР, АЧД.

Асинхронный режим в объединенной энергетической системе – наиболее тяжелый режим работы системы, который связан с нарушением устойчивости системы, возникающий, например, из-за превышения предела передаваемой мощности, либо из-за снижения напряжения ниже минимально допустимого. Данный режим сопровождается сильными колебаниями перетоков мощности и напряжений в районе электрического центра качаний. Причинами образования асинхронного режима могут быть отказы в действии автоматики предотвращения нарушения устойчивости системы, либо в отказе устройств противоаварийной автоматики [1]. Ликвидация асинхронного режима в объединенной энергетической системе может быть осуществлена:

- с помощью ресинхронизации, то есть путем восстановления синхронной работы какой-либо части энергосистемы;
- разрывом связи с участком системы, работающей в асинхронном режиме, то есть делением энергетической системы;
- комбинированным способом, т.е. путем применения метода ресинхронизации и метода разрыва связи по сечению асинхронного режима.

Способ ликвидации асинхронного режима работы системы должен выбираться исходя из допустимой длительности работы системы в асинхронном режиме, которая определяется с учетом опасности повреждения оборудования энергетической системы, но не более 30 секунд. Таким образом, способом ресинхронизации должен, если:

- максимально допустимая длительность асинхронного режима достаточна для осуществления управления агрегатами, которые способствуют облегчению условий ресинхронизации, т.е. разгрузка турбин, отключение потребителей, деление энергосистемы, ввод резерва и т.д.;
- асинхронный режим и ресинхронизация не приводят к усилению нарушения устойчивости;

- объем отключаемой нагрузки при ресинхронизации значительно меньше, чем при делении.

При недопустимости возникновения асинхронного режима из-за возможности возникновения нарушения устойчивости по другим связям, либо возникновения многочастотного асинхронного режима, либо малой эффективности ресинхронизации, должна обеспечиваться автоматическая ликвидация асинхронного режима следующими способами:

- основными, которые действуют на деление или ресинхронизацию и деление;

- резервными, которые действуют на деление с уставками от основных выдержкой времени, либо по количеству циклов асинхронного режима.

Устройства автоматической ликвидации асинхронного режима работы (АЛАР) должны отвечать следующим требованиям:

- селективность;
- быстродействие;
- возможность фиксации изменения контролируемого параметра, который характеризует момент наступления асинхронного режима;
- простота выполнения и надежность функционирования.

Наиболее эффективным современным методом ликвидации асинхронного режима работы системы является применение частотной делительной автоматики, которая дает возможность максимально снизить убытки от аварий со значительным дефицитом активной мощности. Автоматика частотного деления (АЧД) предназначена для отделения электростанции или их частей с приблизительно сбалансированной нагрузкой или для отделения определенных агрегатов на питание собственных нужд, а также для создания условий скорейшего восстановления нормальной работы энергетической системы после аварии [2].

Автоматическое частотное деление должно отвечать следующим требованиям:

1. Автоматика должна отбирать электрические станции в несбалансированный район нагрузки с минимальным количеством точек деления и минимальным количеством использованных для данных целей каналов телемеханики.

2. При отсутствии возможности (из-за местных условий) выделение электрической станции на несбалансированный район, выполняется отделение энергоблока на нагрузку собственных нужд или на тот район потребления, проверяется во всех режимах и технологических схемах [3, 4].

Различают три вида частотного деления:

- деление энергетической системы для предотвращения нарушения устойчивости системы;

- деление для прекращения асинхронного режима работы;

- деление путем выделения энергоблоков для предотвращения потери собственных нужд при возникновении недопустимого снижения частоты в энергетической системе в следствии развития аварии [5].

Таким образом, автоматическое частотное деление в энергетических системах используется для следующих целей:

- отключения отдельных электрических станций или подстанций со сбалансированной нагрузкой от станций или подстанций, работающих в асинхронном режиме;

- отключения отдельных электрических станций или подстанций полностью, или частично для сохранения собственных нужд во время

возникновения аварий со значительной нехваткой активной мощности в системе или отдельных узлах.

Автоматическое частотное деление – это многоступенчатая автоматика, которая срабатывает при снижении частоты в определенный отрезок времени, а также в случаях единовременного снижения частоты или напряжения. В некоторых случаях автоматика осуществляет перевод питания собственных нужд на другую часть подстанции.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Красник В.В. Правила безопасности при эксплуатации электроустановок в вопросах и ответах. / Красник В. В. – Москва: СО ЕЭС, 2019. – с. 59.
  2. Красник В. В. Эксплуатация электрических подстанций и распределительных устройств. / Красник В. В. – Москва: ЭНАС, 2020. – с. 90.
  3. Чекавый А. В. Автоматическое частотное деление. / Чекавый А. В. – Минск: БНТУ, 2018. – с. 71.
  4. Что такое АЧД, АЧР, ЧАПВ [Электронный ресурс] / энергетика. – Режим доступа: <https://foraenergy.ru/chto-takoe-achd-achr-chapv/> - Дата доступа: 20.05.2023.
  5. Деление энергосистемы [Электронный ресурс] / автоматическое противоаварийное управление. – Режим доступа: <https://forca.ru/knigi/arhivy/avtomaticheskoe-protivoavariynoe-upravlenie-9.html> - Дата доступа: 20.05.2023
- 

### AUTOMATIC FREQUENCY DIVISION

#### Sof'in A.V.

This article raises the question of the use of automatic frequency division. The article provides an explanation of the reasons for the inadmissibility of the operation of the system in asynchronous mode, lists the causes of this phenomenon. The paper presents methods and methods for eliminating asynchronous mode in a unified energy system and conditions for the application of a particular method. Automatic frequency division is described in detail in the article: the definition of this concept, the scope of application, schemes of conditional stations and substations where automatic frequency division can be used are given.

**Keywords:** automatic frequency division, asynchronous mode of operation, integrated power system, relay protection, automation, emergency situation, power engineering, generation, ALAR, ACD.



УКД 004.67

## МОДИФИКАЦИЯ ГРАФА ВИДИМОСТИ В ЗАДАЧЕ НАХОЖДЕНИЯ КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ПРОДУКТОВ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ

**Тине Шейх Салиу,  
Во Тхи Хуен Чанг,  
Чан Куок Тоан,**

Аспиранты кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления»  
Астраханский государственный технический университет

**Квятковская Ирина Юрьевна**

Заведующий кафедрой «Высшая и прикладная математика»,  
профессор, д.т.н., Астраханский государственный  
технический университет

Рассмотрена задача о перевозке продуктов транспортными средствами (ТС), свободно движущимися в среде с большим количеством препятствий. Для организации перевозки стоит задача поиска наилучшего пути по нескольким определенным критериям оптимизации: кратчайшее по времени и дальности расстояние, минимальное потребление энергии, возможность ТС двигаться по данной дороге от начала и до конца, не задев препятствия на своем пути, в двух - или трехмерной среде. Существует много постановок различных задач оптимизации, но конкретная цель данной работы заключается в нахождении кратчайшего пути с точки зрения расстояния. ТС движется в среде, содержащей много препятствий (препятствиями считаются объекты, представленные в виде выпуклых и вогнутых многоугольников). Для этого использован граф видимости, на основе которого и рассчитывается кратчайший путь.

**Ключевые слова:** граф видимость, кратчайший путь, препятствие, модификация, группировка, оптимизации, перевозке продуктов, транспортное средство.

Среда перемещения ТС рассматривается как граф  $G=(V, E_s)$ , где:

- $V$  – множество вершин, соответствующих расположению вершин препятствий и начальной и конечной точки, от которых должен двигаться ТС;
- $E_s$  – множество ребер в графе (подмножество  $V \times V$ ), т.е. путь, окруженный препятствиями.

Граф видимости является вариацией дорожной карты на основе комбинаторной оптимизации, используемый для лучшего подхода для алгоритма поиска кратчайшего пути с точки зрения расстояния. Граф видимости построен путем добавления множества ребер  $E_v$  в граф  $G$ , где:

$$E_v = \left\{ (v_i, v_j) \in V \times V \mid \text{visibility}(v_i, v_j, E_s) = 1 \right\}. \quad (1)$$

Функция  $visible(v_i, v_j, E_s)$  возвращает значение «истина», если ребра в  $E_s$  не пересекают ребро  $(v_i, v_j)$ . Другими словами  $(v_i, v_j)$  образуют ребро, если можно перейти от  $v_i$  до  $v_j$  без помех от каких-либо препятствий.

Граф видимости состоит из:

$$G_{visi} = (V, E, W_E), \quad (2)$$

где  $E = E_s \cup E_v$ ;  $W_E: E \rightarrow R^+$  – это взвешенная стоимость, соответствующая каждому ребру (расстояние, расход топлива и т.п.).

С графом видимости, как указано выше, будет найден путь с наименьшей стоимостью между начальной точкой и точкой назначения по определенным критериям.

Таким образом, для поиска кратчайшего пути в пространстве с большим количеством препятствий нужно выполнить 2 основных шага: (1) – построение графа видимости и (2) на основании соответствующей стоимости каждого ребра применение таких алгоритмов, как алгоритмы Дейкстры, Беллмана-Форда, A\* поиска либо Флойд-Воршалла для нахождения кратчайшего пути. С шагом (2) задача сводится к нахождению кратчайшего пути в связном графе с взвешенной стоимостью. Таким образом, сложность всего процесса зависит от шага (1) и заключается в том, чтобы создать граф видимости с наименьшими затратами времени.

Рассмотрим модификации графа видимости при решении задачи поиска пути для ТС:

а) Группировка, предварительная обработка препятствий.

Основная идея этого подхода исходит от реальной среды, в которой некоторые препятствия очень малы по сравнению с другими препятствиями. Группы препятствий часто находятся очень близко друг к другу, и, если рассматривать их в роли препятствия, то она очень мала по сравнению с очень большими препятствиями, и время на рассмотрение будет потрачено впустую. Группы маленьких препятствий часто стоят близко друг к другу, и, если рассмотреть роль небольшого препятствия наравне с огромными препятствиями, то время так же будет потрачено впустую. Эта техника представлена в группировке небольших препятствий вместе и в их дальнейшем объединении для формирования большего препятствия.

Определение 1. Препятствие называется малым, если его площадь составляет менее  $1/\alpha$  общей площади окружающей среды, в которой находится препятствие.

Определение 2. Два препятствия считаются близко расположенными друг к другу, если расстояние между двумя их центрами меньше  $\varepsilon$ . Набор препятствий рядом друг с другом образуют кластер.

Определение 3. Выпуклым замыканием конечного множества точек S в плоскости является наименьший выпуклый многоугольник P, который окружает S. Наименьший выпуклый многоугольник понимается в том смысле, что не существует многоугольник P' такой, что  $y \in P'$ .

Расстояние между двумя многоугольниками определяется следующим образом:

$$d(P_i, P_j) = d(c(P_i), c(P_j)), \quad (3)$$

где  $c(P_i), c(P_j)$  являются центрами многоугольников  $P_i$  и  $P_j$  соответственно.

Центр многоугольника можно рассматривать как центр множества вершин многоугольника, или используя улучшенную формулу Surveyor:

– центр ограниченного множества точек  $x_1, x_2, \dots, x_n$  в  $R^2$ :  $C = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k$

– по формуле Surveyor:

$$C_x = \frac{1}{6A} \sum_{i=1}^n (x_i + x_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i), \quad (4)$$

$$C_y = \frac{1}{6A} \sum_{i=1}^n (y_i + y_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i), \quad (5)$$

$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i). \quad (6)$$

Вершины должны быть расположены по часовой стрелке или против часовой стрелки. Если они расположены против часовой стрелки, то значение, рассчитанное по формуле, окажется отрицательным, и правильнее взять абсолютное значение (обратите внимание, что первая вершина и последняя вершина должны совпадать  $(x_n, y_n) = (x_0, y_0)$ ).

#### б) Методы реализации

Группировка производится в следующих случаях:

$$(S(p_i) < 1/\alpha) \text{ и } \exists x \in c : d(p_i, x) \leq \varepsilon, \text{ то } c = c \cup p_i \text{ и } center_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c(p_i), \quad (7)$$

где  $c$  – кластер,  $p_i$  – многоугольник,  $S(p_i)$  – площадь многоугольника  $p_i$ ,  $c(p_i)$  – центр многоугольника  $p_i$ .

Каждый многоугольник перед размещением в список, будет проверен и, если многоугольник окажется маленьким, то он будет рассмотрен в сравнении с предыдущими многоугольниками для определения размера и кластера многоугольников, к которому он принадлежит. Маленькие многоугольники помещаются в многоугольный кластер и их следует рассматривать только вблизи с любыми элементами из этого кластера. Каждый кластер многоугольника определен идентификатором ID. Центр группы будет перерассчитан каждый раз, когда многоугольники в группе изменяются.

После того, как мелкие многоугольники помещаются в каждой группе, многоугольники в одной группе объединяются вместе для формирования больших окружающих многоугольников. Разработан алгоритм, объединяющий многоугольники для того, чтобы найти выпуклую (convex hull) или вогнутую оболочку. Вершины многоугольника в кластере являются множеством точек для поиска оболочки. Результаты поиска многоугольников, окружающих кластер мелких многоугольников, представлены на рисунке 1.

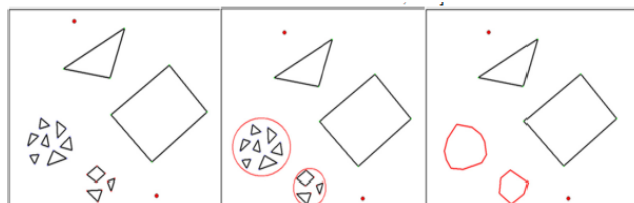


Рисунок 1 – Шаг группирования препятствий

Экспериментальные результаты

Сначала были проведены измерения для набора тестов с использованием обычного графа видимости. Затем, с использованием метода группировки и предварительной обработки препятствий и нахождением кратчайшего пути выполняются вычисления времени обработки информации без использования и с использованием предлагаемых методов для  $\alpha = 100$  и  $\epsilon = 20, 30, 40, 50$ . Результаты показаны в таблице 1.

Таблица 1 - Результат набора тестов с использованием метода группировки и предварительной обработки препятствий

$\epsilon$	Разница по времени (%)
20	45
30	37
40	32
50	06
Средний	30

В таблице 1 показано, что когда рабочая среда содержит много мелких препятствий, то применение метода группировки и предварительной обработки препятствий очень важно для уменьшения времени вычислений кратчайшего пути по сравнению с обычным методом примерно на 30%. На рисунке 2 показана одна из фотографий набора тестов при использовании метода группировки и предварительной обработки препятствий ( $s$  – начальная точка,  $d$  – точка назначения)

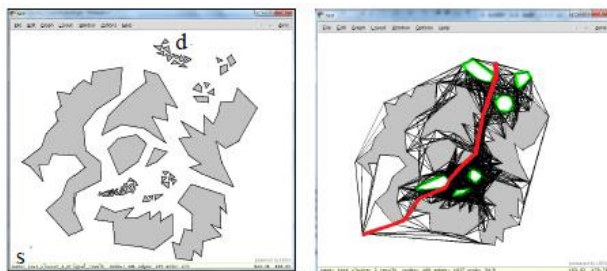


Рисунок 2 – Одна из фотографий набора тестов при использовании метода группировки и предварительной обработки препятствий

В работе разработана модификация графа видимости в задаче нахождения кратчайшего пути при перевозках. Результаты эксперимента

доказывают, что предлагаемый метод имеет большую эффективность, чем существующие методы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Нейдорф Р.А, Полях В.В., Черногоров И.В., Ярахмедов Т.Г. Исследование эвристических алгоритмов в задачах прокладки и оптимизация маршрутов в среде с препятствиями. Известия Южного федерального университета. Технические науки, № 3 (176) / 2016, стр. 127-143.
  2. S. M. Valle, 2006. Planning Algorithms. Cambridge University Press. 811 pp.
  3. S.K. Ghosh, 2007. Visibility algorithms in the plane. Cambridge University Press. 334 pp..
  4. E. Welzl, 1985. Constructing the Visibility-Graph for n Line Segments in  $\theta(n^2)$  Time. In: Information Processing Letters, vol. 20, issue 4: 167-171
  5. John E. Hershberger and Subhash Suri, 1993. Efficient Computation of Euclidean Shortest Paths in the Plane, In: IEEE 34th Annual Foundations of Computer Science: 508-517.
  6. J. O'Rourke, 1998. Computational geometry in C. Cambridge University Press. 361 pp. 12. J.Park and S. Oh, 2012.
  7. A New Concave Hull Algorithm and Concaveness Measure for ndimensional Datasets. Journal of Information science and engineering, No. 100295.
- 

### MODIFICATION OF THE VISIBILITY GRAPH IN THE PROBLEM OF FINDING THE SHORTEST WAY IN THE TRANSPORTATION OF PRODUCTS BY VEHICLES

**Tine Sheikh Saliou, Vo Thi Huyen Trang, Tran QuocToan, Kvyatkovskaya I. Yu.**

The problem of the transportation of products by vehicles (TS) freely moving in an environment with a large number of obstacles is considered. For the organization of transportation, the task is to find the best path according to several specific optimization criteria: the shortest distance in time and distance, minimum energy consumption, the ability of a vehicle to move along a given road from beginning to end without hitting obstacles on its way, in a two- or three-dimensional environment . There are many formulations of various optimization problems, but the specific goal of this work is to find the shortest path in terms of distance. The vehicle moves in an environment containing many obstacles (obstacles are objects represented as convex and concave polygons). For this, a visibility graph is used, on the basis of which the shortest path is calculated.

**Keywords:** visibility graph, shortest path, obstacle, modification, grouping, optimization, product transportation, vehicle.

УДК 656.1; Ч-84

## **ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ SARS-COV-2 НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА В СЛОЖНЫХ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ НА ПРИМЕРЕ ВОДИТЕЛЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА**

**Чудаков Алексей Владимирович,**

*Кандидат сельскохозяйственных наук,*

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»,*

**Дзюба Мария Михайловна,**

*Студент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»*

*Исследование направлено на анализ последствий перенесенного SARS-CoV-2 и выявления факторов, оказывающих наибольшее влияние на деятельность человека-оператора в сложных эргономических системах, требующих особого контроля, на примере деятельности водителя механического транспортного средства. В данной статье ставятся задачи на дальнейшее исследование деятельности человека-оператора и поиск решений по повышению надежности деятельности человека-оператора в сложных эргономических системах на примере водителя механического транспортного средства, с учетом последствий перенесенного SARS-CoV-2 (пандемии). В статье анализируются последствия перенесенного SARS-CoV-2 для выявления, наиболее значимых факторов влияющих на надежность в деятельности человека-оператора, на примере водителя механического транспортного средства. Также выявить у лиц перенесших SARS-CoV-2 последовательные закономерности и степень влияния этих закономерностей на психофизиологические процессы в организме человека-оператора для снижения дорожно-транспортного травматизма и гибель людей на автомобильном транспорте.*

**Ключевые слова:** *Пандемия, профессиональный отбор, водитель, ДТП, реконструкция, SARS-CoV-2, надежность, механическое транспортное средство*

По статистике ГИБДД в РФ размещенной на официальном сайте, ежегодно происходит более 100 тысяч дорожно-транспортных происшествий, в которых погибают порядка 16000 человек, а также получают серьезные увечья и травмы. Количество ДТП зарегистрированных в установленном порядке с 2019 по 2023 гг. составило более 500 000 ДТП, число погибших людей за этот же период – около 90 000 тыс. чел., а обратившихся за медицинской помощью в результате полученных травм – более 1 000 000 человек.

Исследований в области обеспечения безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте обусловлено необходимостью обоснования теоретических и практических подходов к всецелой оценке системы: «Водитель (Человек-Оператор) – Автомобиль – Дорога – Среда», в которой водитель механического транспортного средства, где человек выполняет функции оператора, является главным действующим лицом и по статистике самое ненадежное звено в комплексной безопасности на автомобильном транспорте в целом.

В последнее время мировая общественность столкнулась с рядом новых заболеваний, которые затронули все слои общества и население во всем мире, где Россия не стала исключением. Ряд профессий, в сложных эргономических системах, где человек-оператор задействован как главное действующее звено и от действий которого зависит работы системы в целом, таких как водитель механического транспортного средства, связана с работой, где на человека-оператора возлагается большая доля ответственности. От правильных действий водителя или его бездействия, где человеческий фактор является наиболее значимым, и находится в прямой зависимости по обеспечению безопасности людей в целом, на автомобильном транспорте.

Выявление и понимание закономерностей, причинно-следственных связей между последствиями перенесенного SARS-CoV-2 (пандемии) водителями-операторами, изменение в их состоянии здоровья и эмоционально-психофизиологического состояния, приобретает актуальность в связи с практически не снижающимся числом дорожно-транспортных происшествий с тяжелыми последствиями, а в некоторых случаях приводит к увеличению по отдельным показателям.

В начале декабря 2019 года в Ухане провинции Хубэй, Китай, появилось и распространилось по всему миру высокоинфекционное респираторное заболевание, то есть коронавирус (COVID-19). 11 марта 2020 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила эту недавно появившуюся вирусную инфекцию чрезвычайной ситуацией в области здравоохранения во всем мире (Rogowskaetal., 2020). По официальным данным размещенными Всемирной организации здравоохранения, COVID-19 распространился и затронул более 200 стран во всем мире. Странами участниками были приняты все возможные меры по сдерживанию и снижению распространения COVID-19. В начале 2020 года правительствами многих стран были приняты различные меры, для предотвращения, а если не было возможно, то контролю передачи вируса. Из-за серьезной угрозы в распространении вируса и сложной ситуацией в здравоохранении по обеспечению свободного фонда коечного места и снижения распространения заболеваемости была введена глобальная директива о массовом домашнем заключении. В связи со стремительным развитием и распространением заболевания в большинстве странах мира ввели социальную изоляцию и карантин. Введение директивы в Российской Федерации о массовой социальной изоляции и домашнем заключении на момент острого карантинного периода могут быть основными факторами вызывающие стресс.

Согласно исследованиям Hossainetal проведенные в 2020 году, социальной изоляции и домашнем заключении могут привести к эмоциональному стрессу и другим непредсказуемым последствиям психического здоровья и психологическим последствиям для здоровья человека [40].

Согласно исследованиям Alwanetal проведенным в 2020 году пандемия имеет различные стадии, происходят волнами с различными серьезными последствиями в которых вирус становится все более опасным при этом создавая серьезное давление на государственные медицинские учреждения (больницы и поликлиники).

Многие страны мира ввели полную блокировку: интеллектуальную, систему мониторинга здоровья, а также карантин для сдерживания распространения вируса.

Согласно статьям, которые были опубликованы в 2020 году, в вопросе общественного здравоохранения ученые Al Zobbietal, Плюмпер и Ноймайер

эксперты ежедневно пересматривали политику блокировки (ЛП), связанную с СР, для обеспечения общественной безопасности.

В своих работах Li et al опубликованных в 2020 году и Wangetal опубликовавший свои труды в 2020 году сообщали о проблемах возникающих у лиц находящихся на карантине. Проявления, которые возникали у пациентов, в основной массе сводились к основным проблемам выражающиеся в состоянии: одиночества, гнева, тревоги, депрессия, беспокойный сон, и на этом фоне сопровождалось злоупотребление вредными веществами: алкоголь и наркотики, что в некоторых случаях приводило к попыткам самоубийства. Для устранения физических симптомов COVID-19, такие как кашель, гипоксия и лихорадка, назначаются лекарственные препараты, которые имеют побочное действие, что могут приводить к психологическому стрессу и беспокойству [44].

Ряд исследователей, таких как Goyaletal опубликованные в своих работах в 2020 году утверждают, что у людей могут быть выявлены серьезные отклонения и психические расстройства, например, тревожные расстройства, самообвинение, чувство вины, посттравматическое стрессовое расстройство, депрессивные расстройства, бред, соматические симптомы, паническое расстройство, психоз и даже самоубийство [44].

Исследования Li et al (2021) и Chengetal (2006), которые были проведены среди китайского населения пришли к выводу, что социально-поведенческие ограничения негативно связаны с качеством жизни, связанным со здоровьем (HRQoL) [44].

Время, проведенное под карантинным заключением, негативно сказывается на эмоциях человека. Это согласуется с ранее опубликованной работой о последствиях локдауна COVID-19 для психического здоровья (Ozamiz-Etxebarriaetal., 2020) [44].

Ряд исследований утверждает, что внезапно объявленная пандемия оказывает резкое негативное воздействие на каждый сегмент человеческого общества в социально-психологической и физической парадигме и проявляется в таких негативных последствиях как глубокая депрессия, одиночество, постоянное чувство тревоги [44].

Muzietal в 2021 году провели исследования подростков из Италии [44], где проявлялись наиболее значимо расстройства для выражения побочных эффектов домашнего заключения и более ярко выражались другие проблемы, такие как чрезмерное употребление алкоголя, наркотиков и саморазрушительного поведения.

Согласно исследованиям Ташкентской медицинской академии, осложнениями после COVID-19 могут быть признаки хронической усталости, общая слабость, одышка, связанные с изменениями в сердечнососудистой системе. Также авторы исследований утверждают, что влияние вируса на «Центральную нервную систему» (ЦНС) выражается в снижении реакции, появлении депрессивного состояния, снижении скорости мышления и скорости обучения. Согласно их исследованиям, после перенесенного заболевания люди обращаются к неврологам с жалобами на головные боли, проблемы со сном, чувством озноба, головокружения и онемения в конечностях. [9]

Последствия коронавирусной инфекции могут быть проблемы со слухом, шум в ушах и даже глухота. Риск появления осложнения выше у пациентов с гипертонией, атеросклерозом, сахарным диабетом, сердечнососудистыми заболеваниями. [10]

Исследования, проведенные в Казанском государственном медицинском университете, говорят о повреждении мозга после COVID-19. [11]



Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова также заявляет о том, что в период заболевания и после выздоровления в мозге происходят остаточные процессы, которые приводят к инсультам различных видов, иногда с летальным исходом. Также авторы статьи заявляют о наличии тромбов в сосудах, что является причинами для многих других заболеваний. [12]

Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы также утверждает наличие нейропсихиатрических и когнитивных нарушений после заболевания, что говорит о неспособности человека, переболевшего COVID-19, к полному функционированию сразу после реабилитации. Кроме того, авторы утверждают, что после выздоровления возможен повтор заболевания, что говорит о факте ложного восприятия ремиссии в качестве полного выздоровления.

Ученые из Британии Gwenaëlle Douaud<sup>1</sup>, Soojin Lee<sup>1</sup>, Fidel Alfaro-Almagro<sup>1</sup>, Christoph Arthofer<sup>1</sup>, Chaoyue Wang<sup>1</sup>, Paul McCarthy<sup>1</sup>, Frederik Lange<sup>1</sup>, Jesper L. R. Andersson<sup>1</sup>, Ludovica Griffanti<sup>1,2</sup>, Eugene Duff<sup>1,3</sup>, Saad Jbabdi<sup>1</sup>, Bernd Taschler<sup>1</sup>, Peter Keating<sup>4</sup>, Anderson M. Winkler<sup>5</sup>, Rory Collins<sup>6</sup>, Paul M. Matthews<sup>7</sup>, Naomi Allen<sup>6</sup>, Karla L. Miller<sup>1</sup>, Thomas E. Nichols<sup>8</sup> & Stephen M. Smith<sup>1</sup> в своих публикациях утверждают об изменениях происходящих в коре головного мозга человека, что позволяет сделать вывод и выявить явные нарушения в поведении человека в противовес общепринятым нормам поведения. Последствия перенесенного заболевания и пандемии на человека оказывают серьезное влияние, он утрачивает способность в полной мере управлять своим психоэмоциональным состоянием.

Эд Йонг в своей рукописи «Дальнобойщики переосмысливают COVID-19» выносит на обсуждение главный вопрос. Дальнобойщики США стали поднимать вопрос об их отставке из-за проблем в ремиссии заболевания НКВИ. Их общее состояние и качество здоровья максимально подорвано.

В исследованиях Ефимова М.Е. и Плахова Л.В. на человека-оператора, задействованного в работе топливно-энергетического комплекса, возложена, высокая доля ответственности за штатный режим работы всего топливно-энергетического комплекса и оборудования, поскольку работа оператора находится в постоянном напряженном режиме. Каждое нестабильное состояние в общем фоне заболевания могут усугубить проблему. Исходя из вышеупомянутых данных, следует предположить о наличии проблем с координацией, которая необходима человеку в работе, завязанной на ней. Координация действий, например, для водителя механического транспортного средства являются очень важным фактором. Если говорить о нарушениях в координации действий, то такой человек нуждается в дополнительном профессиональном психофизиологическом, медицинском осмотре и отборе прежде, чем быть допущенным к управлению источником повышенной опасности. [39]

При дальнейшем рассмотрении упомянутых симптомах выше вызванные постковидным состоянием, можно поставить вопрос о работоспособности человека-оператора в целом, поскольку довольно сложно полностью восстановить нарушенные процессы в коре головного мозга. В период возникновения граничащих или при возникновении аварийных ситуаций, где возлагается на «человека-оператора», на его нервную систему, быстрота и правильность принятия решения, от которых зависит работа всей системы в целом. Недопустимо испытывать постоянные приступы усталости, сонливости и

прочие признаки – которые являются яркими показателями того, что в процессе выполнения привычных операций может пойти сбой по причине человеческого фактора. У любого человека после болезни, особенно если она столь тяжелая, отсутствует концентрация внимания, нарушается координация [39]. В работе человека – оператора, а именно на примере водителя управляющего механическим транспортным средством - это может стать причиной невозможности выхода на линию, и в том случае, если у него, перед выходом на линию присутствуют явные нарушения слуха, зрения или моторики. Такие признаки носят эпизодический характер и могут возникать этапами. Одним из наиболее важных в деятельности человека-оператора, является зрение необходимое для отслеживания информации поступающей через зрение и правильность оценки такой информации, является одним из важных факторов, влияющих на обеспечение безопасности дорожного движения. Звук от двигателя внутреннего сгорания или спущенное колесо может сообщить о неисправности агрегата или оборудования в целом, соответственно любые слуховые галлюцинации могут стать причиной лишнего беспокойства, стопа на маршруте, что может привести к неосознанному игнорированию действительно важных звуковых сигналов, свидетельствующих о нарушениях в системе работе подвижного состава.

Часть дорожно-транспортных происшествий на автомобильном транспорте произошедших за последние 5 лет, произошли по причине резкого ухудшения состояния человека – оператора, водителя механического транспортного средства. Человек-оператор который перенес SARS-CoV-2 имеющий проблемы со здоровьем, при этом может сам не осознавать, серьезность и степень последствий и имеет потребность в отдыхе от монотонной, интеллектуальной и физической работы. Зная о последствиях перенесенного заболевания, и особенностях в деятельности человека-оператора, можно предотвратить часть дорожно-транспортных происшествий.

Таким образом, можно говорить о том, что все исследования о постковидном синдроме имеют существенное значение в решении вопроса о профессиональной надежности (пригодности) «человека – оператора» и допуска его к управлению в сложных эргономических системах, без более внимательного контроля перед выпуском на линию, не допустим.

Работа человека-оператора на примере водителя механического транспортного средства, характеризуется высокой степенью нагрузки на все психофизиологические процессы организма человека-оператора. Длительное напряжение сенсорных систем, высокая доля ответственности за возможные ошибочные действия или бездействия, а также нерациональный режим труда и отдыха может приводить к ДТП. При работе человека-оператора в сложных эргономических системах должны отслеживать соблюдение режима работы любой системы.

В настоящее время врачи и ученые успели собрать достаточно данных, связанных с поражением центральной нервной системой (ЦНС), где отмечают несколько типичных состояний связанных с поражением головного мозга коронавирусной инфекцией: спутанное сознание – как правило, довольно часто сопровождается психозом и нарушением памяти; энцефалит - воспаление головного мозга, включающее в себя острый диссеминированный энцефаломиелит; тромбоз сосудов головного мозга – сопровождается сгущение крови и нередко провоцирует инсульты, даже у людей до 30 лет; постинфекционный синдром Гийена-Барре - человек начинает чувствовать онемение в разных частях тела.

После перенесенного заболевания COVID-19 довольно часто встречается поражение головного мозга, где люди, чей мозг был поражен инфекцией, имеют ряд серьезных нарушений, таких как:

1. Нарушение сна, серьезное снижение концентрации внимания, а также присутствуют проявления невралгического характера, что доказана на пациентах которые были госпитализированы;

2. Головокружение, неврологические события, судороги - включая нарушения сознания, цереброваскулярные нарушения, инфекцию ЦНС, эпилептический статус. Такие события в состоянии здоровья пациентов неврологического проявления произошли у 40 человек из 336 пациентов, что составляет более 10% от пациентов с тяжелым перенесением заболевания или критическим его течением;

3. Чувство тревоги, ухудшение памяти с нарушенным мышлением и восприятием окружающего мира, депрессия, нарушение сознания и не редкость когда встречаются панические атаки.

Центральная нервная система и мозг человека умеет компенсировать нарушенные функции, но этому процессу необходимо внимание, тренировки и игровые упражнения, которые помогают восстановить возникшие нарушения.

Важное значение, которое нельзя оставлять без внимания – это препараты используемые для лечения COVID, SARS-CoV-2, так как некоторые из них способны вызывать серьезные психические расстройства.

В своих работах опубликованных в 2020 году посвященных нейропсихиатрическим эффектам вызванные COVID-19 K.Satoetal отмечает, что среди пациентов встречаются такие проявления как легкие когнитивные нарушения, амнезия, галлюцинация, депрессия и даже в некоторых случаях потеря сознания, практически у всех пациентов наблюдаются перепады в настроении, бессонница, психоз, а также о поражении центральной нервной системы.

Исследование, проведенное на населении Испании, а именно психологического воздействия COVID-19 показало, что примерно 20% среди людей заболевших, имели диагноз депрессия, которая проявляется совместно с чувством тревоги.

Анализ влияния последствий пандемии COVID-19 на психофизиологическое здоровье населения азиатских стран, дает четкое представление, что состояние тревоги и депрессия присутствует у 20% из обследуемых. Исследования также доказывают, что возраст исследуемую группу и пол не оказывает влияния.

Исследования проведенные в больнице Испании среди 800 пациентов госпитализированных с диагнозом COVID почти у 150 пациентов было изменено сознание, хотя среди пациентов, госпитализированных с тем же диагнозом в Китае только 34 человека имели сниженный уровень сознания из 900 человек госпитализированных.

В заключении исследования необходимо обратить внимание на то, что поражение вызванные последствиями перенесенных COVID, SARS-CoV-2 – не повод отстранять человека – оператора от работы, но и у работодателей нет такой возможности, в связи с отсутствие кандидатов на свободное место, но вынуждает работодателей обратить свое внимание на тщательный профессиональный отбор, и профилактические мероприятия чтобы на стадии приема на работу учесть индивидуальные особенности организма и предусмотреть максимальные условия для полноценного функционирования человека - операторов в дорожном движении.

Любой водитель (человек-оператор) механического транспортного средства в своей медицинской карте имеет внушительный список заболеваний, и это не является поводом отстранять от его деятельности, но стоит обратить внимание на более длительное и сложное восстановление пациента после перенесенных COVID, SARS-CoV-2.

Для снижения гибели людей на автомобильном транспорте и снижения последствий от произошедших ДТП необходимо разработать новый концептуальный подход позволяющий учитывать психофизиологическое состояние человека, с учетом воздействия на него стрессогенных факторов, таких как перенесенного заболевания COVID, SARS-CoV-2.

Существующая проблема аварийности требует новый концептуальный подход, который в свою программу должен включать такие пункты как:

1. установление причинно-следственных связей, опираясь на оценку психофизиологического состояние водителя (человека-оператора) механического транспортного средства;
2. изучить причины ДТП на основании открытых статистических данных за последние 5 и 10 лет, для формулирования рабочей гипотезы;
3. разработка систем оперативной диагностики, медико-психологической профилактики и коррекции состояний психической дезадаптации у водителей;
4. клинико-статистический анализ состояния здоровья лиц, выполняющих операторские функции перенесенных COVID, SARS-CoV-2.
5. разработка рекомендаций по планированию профилактических мероприятий;

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гроссман Лю Л., Роджерс-младший, Ридер Р, и др. Опубликовано модели, которые предсказывают повторную госпитализацию: критическая оценка. *BMJ Open* 2021; 11:e044964.
2. Рамзи ЗС. Повторные госпитализации и смертность от всех причин после выписки у выздоровевших пациентов с COVID-19: систематический обзор и мета-анализ. *Am J Emerg Med* 2022; 51:267–79.
3. Jeon WH, Seon JY, Park SY и др. Анализ факторов риска случаев реадмиссии COVID-19 в Республике Корея: с использованием общенациональных данных о медицинских претензиях. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17:5844.
4. Аталла Э., Каллигерос М., Джампаоло Г. и др. Рeadмиссии среди пациентов с COVID-19. *Int J Clin Pract* 2021; 75:e13700.
5. Сомани СС, Рихтер Ф., Фустер В. и др. Характеристика пациентов, которые возвращаются в больницу после выписки из больницы по поводу COVID-19. *J Gen Intern Med* 2020; 35:2838–44.
6. Рамос-Мартинес А., Парра-Рамирес Л.М., Моррас I и др. Частота, факторы риска и результаты повторных госпитализаций пациентов с COVID-19. *Sci Rep* 2021; 11:13733.
7. Нематшахи М., Соруш Д., Неаматшахи М. и др. Факторы, прогнозирующие реадмиссию у пациентов с COVID-19. *BMC Res Notes* 2021;14:374.
8. Yeо I, Baek S, Kim J и др. Оценка тридцатидневной реадмиссии, сроков, причин и предикторов после госпитализации с COVID-19. *J Intern Med* 2021; 290:157–65.
9. Родригес В.А., Бхаве С., Чен Р. и др. Разработка и валидация моделей прогнозирования искусственной вентиляции легких, заместительной почечной

терапии и реадмиссии у пациентов с COVID-19. *J Am Med Inform Assoc* 2021; 28:1480–8.

10. Verna EC, Landis C, Brown RS Jr., et al. Факторы, связанные с реадмиссией в США после госпитализации с COVID-19. *Clin Infect Dis* 2021 Май 20:ciab464.

11. Lavery AM, Preston LE, Ko JY, et al. Характеристика госпитализированных пациентов с COVID-19, выписанных и испытывающих повторную госпитализацию — США, март–август 2020 г. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2020; 69:1695–9.

12. Бхаскаран К., Рентш К.Т., Хикман Г. и др. Общая и причинно-следственная госпитализация и смерть после госпитализации COVID-19 в Англии: когортное исследование с использованием связанных данных первичной медико-санитарной помощи, вторичной помощи и регистрации смерти на платформе OpenSAFELY. *PLoS Med* 2022; 19:e1003871.

13. Kind AJM, Bartels C, Mell MW и др. Статус коммерческой больницы и повторная госпитализация в разных больницах: анализ данных Medicare. *Энн Интерн Мед* 2010; 153:718–27.

14. Chopra V, Flanders SA, O'Malley M, et al. Шестидневные исходы среди пациентов, госпитализированных с COVID-19. *Энн Интерн Мед* 2021; 174:576–8.

15. Аюбхани Д., Хунти К. Нафилян В. и др. Постковидный синдром у лиц, поступивших в больницу с COVID-19: ретроспективное когортное исследование. *BMJ* 2021;372:N693.

16. Дженкс СФ, Уильямс МВ, Коулман ЭА. Повторная госпитализация среди пациентов в рамках программы medicare fee-for-service. *N Engl J Med* 2009; 360:1418–28.

17. Лернер А.М., Робинсон Д.А., Янг Л. и др. К пониманию выздоровления от COVID-19: Семинар Национальных институтов здравоохранения по послеострому COVID-19. *Энн Интерн Мед* 2021;174:999–1003.

18. Graham KL, Wilker EH, Howell MD, et al. Различия между ранними и поздними реадмиссиями среди пациентов: когортное исследование. *Ann Intern Med* 2015; 162:741–9.

19. Case Mix Group+ для типичных пациентов Оттава: Канадский институт медицинской информации; 2020.

20. Rees EM, Nightingale ES, Jafari Y, et al. Продолжительность пребывания в стационаре по COVID-19: систематический обзор и обобщение данных. *BMC Med* 2020; 18:270.

21. Quan H, Li B, Saunders LD, et al. Следователи ICD-10. Оценка достоверности административных данных МКБ-9-СМ и МКБ-10 при регистрации клинических состояний в уникальной двойственно закодированной базе данных. *Здравоохранение Серв Рес* 2008;43:1424–41.

22. Lee DS, Donovan L, Austin PC, et al. Сравнение кодирования сердечной недостаточности и сопутствующих заболеваний в административных и клинических данных для использования в результатах исследования. *Мед Кэр* 2005; 43:182–8.

23. Ван Вальравен С, Дхалла И.А., Белл С и др. Выведение и валидация индекса для прогнозирования ранней смерти или незапланированной реадмиссии после выписки из больницы в общину. *СМАJ* 2010; 182:551–7.

24. Макалистер ФА, Ау А, Маджумдар СР и др. Результаты после выписки при сердечной недостаточности лучше для учебных больниц и выписки в будние дни. *Цирк Сердце Fail* 2013; 6:922–9.

25. ван Уолравен С, Вонг Дж, Форстер Эй Джей. Индекс LACE+: расширение валидированного индекса для прогнозирования ранней смерти или срочной реадмиссии после выписки из больницы с использованием административных данных. Открытое Средиземноморье 2012; 6:e80–90.

26. Вихтбауэр В. Предвзятость и эффективность метааналитических дисперсионных оценок в модели случайных эффектов. J Эдук Бехав Стат 2005; 30:261–93.

27. Вихтбауэр В. Доверительные интервалы для величины неоднородности в мета-анализе. Стат Мед 2007; 26:37–52.

28. Verma AA, Guo Y, Kwan JL и др. Характеристики пациентов, использование ресурсов и результаты, связанные с общей внутренней медициной: ретроспективное когортное исследование General Medicine Inpatient Initiative (GEMINI). CMAJ Open 2017; 5:E842–9.

29. Верма А.А., Го И., Чон Хи и др. Вариация клинических исходов на уровне врача и использование ресурсов в стационарной общей внутренней медицине: обсервационное исследование. BMJ Qual Saf 2021; 30:123–32.

30. McAlister FA, Youngson E, Bakal JA, et al. Опыт врача и результаты среди пациентов, поступивших в отделения общей внутренней медицины. CMAJ 2015; 187:1041–8.

31. Макалистер ФА, Бакал Джа, Маджумдар СР и др. Безопасное и эффективное сокращение продолжительности пребывания в стационаре: контролируемое исследование Инициативы по трансформации общей внутренней медицины. BMJ Qual Saf 2014; 23:446–56.

32. Staples JA, Wiksyk B, Liu G и др. Внешняя валидация модифицированных баллов LACE+, LACE+ и LACE для прогнозирования повторной госпитализации или смерти после выписки из больницы. J Eval Clin Pract 2021; 27:1390–7.

33. Внедрение вакцины против COVID-19 в Онтарио: с 14 декабря 2020 года по 10 апреля 2022 года. Торонто: Общественное здравоохранение Онтарио; 2022. (по состоянию на 2022 апреля 18 года).

34. Макалистер ФА, Набипур М., Чу А. и др. Сотрудничество с CORONA. Влияние изменения демографии, вариантов беспокойства и вакцинации на исходы в течение первых 3 волн COVID-19 в Альберте и Онтарио: ретроспективное когортное исследование. CMAJ Open 2022; 10:E400–E408.

35. Roth GA, Emmons-Bell S, Alger HM, et al. Тенденции в характеристиках пациентов и внутрибольничной смертности от COVID-19 в США во время пандемии COVID-19. JAMA Netw Open 2021; 4:e218828.

36. Кадри СС, Сунь Дж., Лаванди А. и др. Связь между всплеском нагрузки и выживаемостью от COVID-19 в 558 больницах США, с марта по август 2020 года. Энн Интерн Мед 2021; 174:1240–51.

37. Bravata DM, Perkins AJ, Myers LJ, et al. Связь нагрузки и спроса на пациентов отделений интенсивной терапии с показателями смертности в госпиталях Министерства по делам ветеранов США во время пандемии COVID-19. JAMA Netw Open 2021; 4:e2034266.

38. Перейра Грей DJ, Sidaway-Lee K, White E и др. Преимущество ухода с врачами — вопрос жизни и смерти? Систематический обзор непрерывности ухода и смертности. BMJ Open 2018; 8:e021161.

39. Gruneir A, Bronskill SE, Maxwell CJ, et al. Связь между мультиморбидностью и госпитализацией изменяется индивидуальной демографией и непрерывностью медицинской помощи врача: ретроспективное когортное исследование. BMC Health Serv Res 2016; 16:154.

40. Holmes, E. A., O'Connor, R. C., Perry, V. H., Tracey, I., Wessely, S., Arseneault, L., et al. (2020). Multidisciplinary research priorities for the COVID-19 pandemic: a call for action for mental health science. *Lancet Psychiatry* 7, 547–560. doi: 10.1016/S2215-0366(20)30168-1

41. Al Zobbi, M., Alsinglawi, B., Mubin, O., and Alnajjar, F. (2020). Measurement method for evaluating the lockdown policies during the COVID-19 pandemic. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17:5574. doi: 10.3390/ijerph17155574

42. Постоянная боль в груди после разрешения коронавирусной болезни 2019 года (COVID-19). [Статья на испанском языке]. *И Тунг-Чен* 1, С Бланко-Алонсо 2, Б. Антон-Хуге 3, С Фигерас-Лопес 4, С Угето-Родриго PMID: 32680679 PMCID: PMC7287471 DOI: 10.1016/j.semerng.2020.06.006

43. Khasanova DR, Zhitkova YuV, Vaskaeva GR. Post-covid syndrome: a review of pathophysiology, neuropsychiatric manifestations and treatment perspectives. *Nevrologiya, neiropsikhiatriya, psikhosomatika Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*. 2021;13(3):93–98. DOI: 10.14412/2074-2711-2021-3-93-98)

44. Post-covid syndrome: a review of pathophysiology, neuropsychiatric manifestations and treatment perspectives Khasanova D.R.1, 2, Zhitkova Yu.V.2, Vaskaeva G.R.1 1Kazan State Medical University, Ministry of Health of Russia, Kazan; 2Interregional Clinical Diagnostic Center, Ministry of Health of the Republic of Tatarstan, Kazan 149

## **THE IMPACT OF THE CONSEQUENCES OF SARS-COV-2 ON THE ACTIVITIES OF THE HUMAN OPERATOR IN COMPLEX ERGONOMIC SYSTEMS ON THE EXAMPLE OF A DRIVER OF A VEHICLE**

**Chudakov Al. V., Dzyuba M. M.**

Реферат. Исследование направлено на анализ последствий перенесенного SARS-CoV-2 и выявления факторов, оказывающих наибольшее влияния на деятельность человека-оператора в сложных эргономических системах, требующих особого контроля, на примере деятельности водителя механического транспортного средства. В данной статье ставятся задачи на дальнейшее исследование деятельности человека-оператора и поиск решений по повышению надежности деятельности человека-оператора в сложных эргономических системах на примере водителя механического транспортного средства, с учетом последствий перенесенного SARS-CoV-2 (пандемии). В статье анализируются последствия перенесенного SARS-CoV-2 для выявления, наиболее значимых факторов влияющих на надежность в деятельности человека-оператора, на примере водителя механического транспортного средства. Также выявить у лиц перенесших SARS-CoV-2 последовательные закономерности и степень влияния этих закономерностей на психофизиологические процессы в организме человека-оператора для снижения дорожно-транспортного травматизма и гибель людей на автомобильном транспорте.

**Keywords** Pandemia, professional selection, driver, accident, reconstruction, SARS-COV-2, reliability, mechanical vehicle



## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

1. Файл с текстом статьи должен иметь расширение \*.doc или \*.docx. Разметка страницы: поля со всех сторон 2 см, ориентация книжная, формат А4. Текст набирается шрифтом Times New Roman, размер (кегель) 14, абзацный отступ 1,25 см, межстрочный интервал полуторный с использованием автоматической расстановки переносов. Страницы должны быть пронумерованы (внизу страницы, выравнивание по центру).

### Структура статьи:

- *индекс УДК в соответствии с классификатором (в левом верхнем углу);*
- *название статьи;*
- *инициалы и фамилии авторов (полностью);*
- *место (-а) работы (учебы) автора (-ов);*
- *аннотация (от 50 до 150 слов) на русском языке;*
- *ключевые слова на русском языке (от 10 до 15 слов);*
- *название статьи на английском языке;*
- *аннотация на английском языке (перевод);*
- *ключевые слова на английском языке (перевод);*
- *текст статьи;*
- *список использованных источников;*
- *сведения об авторах на русском языке (с указанием полного ФИО, названия учебного учреждения, должность, звание, научные степени и т.д.)*

Все статьи проверяются системой АНТИПЛАГИАТ.  
Процент авторского текста должен составлять не менее 75%.



\*\*\*\*\*

Отпечатано в ООО «Девять Линий»  
Юридический адрес: ул. 9я линия, д. 72, г. Ростов-на-Дону,  
Ростовская область, Россия, 344019  
Подписано в печать 20.06.2023г., Тираж 250 экз., цена свободная

---